جمهورية مصر العربية
وزارة التربية و التعليم
قطاع الكتب

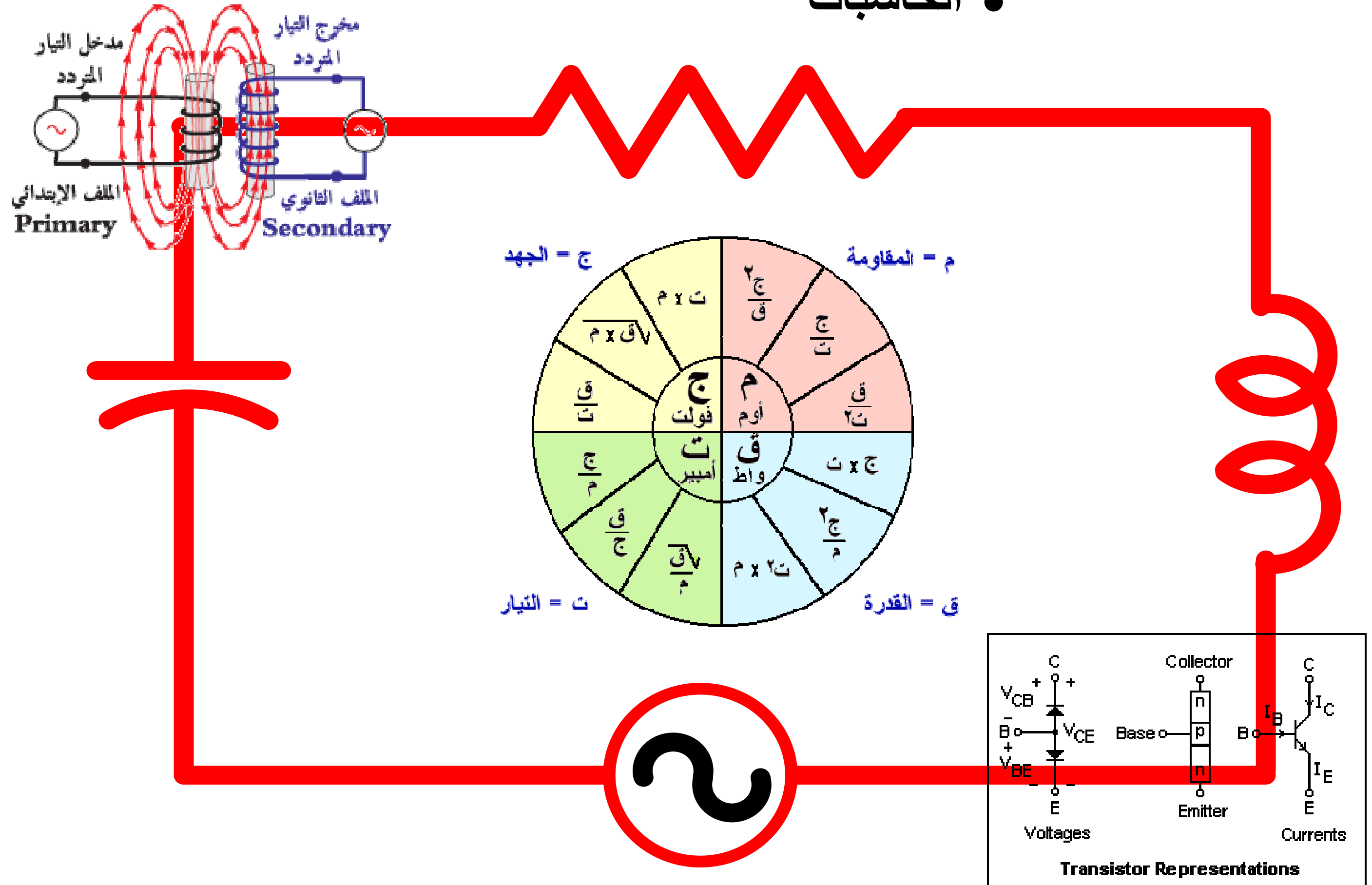
أساسيات الهندسة الكهربية

الصف الأول

بالمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث

تخصص الصناعات الكهربية

- تركيبات ومعدات كهربية
- الكترونيات
- الحاسبات



جمهورية مصر العربية
وزارة التربية و التعليم
قطاع الكتب

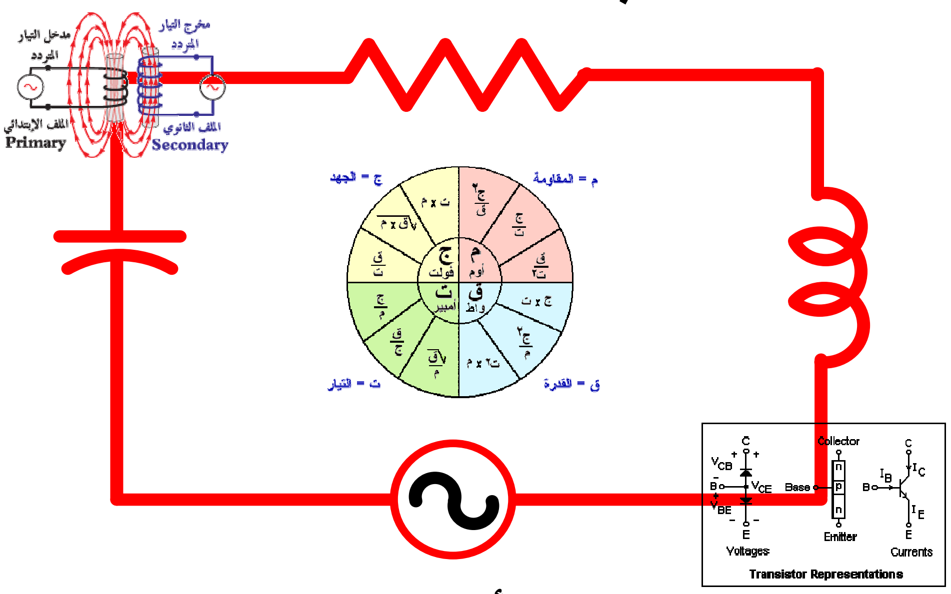
أساسيات الهندسة الكهربية

الصف الأول

بالمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاث

تخصص الصناعات الكهربية

- تركيبات ومعدات كهربية
- الكترونيات
- الحاسبات



تأليف

مهندس/ ابراهيم السيد بدوى العرجه
موجه عام الالكترونيات العلمى

مهندس/ فكرى عثمان ابراهيم عثمان
موجه عام الكهرباء العملى

مراجعة

دكتور مهندس/ محمد رشاد سالم شهاب الدين
كلية الهندسة/ جامعة حلوان

تقديم

تم بحمد الله وضع هذا الكتاب في أساسيات الهندسة الكهربية والالكترونية لطلاب الصف الأول شعبة : الصناعات الكهربية (تركيبات ومعدات كهربية – الكترونيات –حاسبات) للمدارس الثانوية الصناعية نظام السنوات الثلاثة . ونأمل أن يجد الطالب فيه ما يسد حاجته لإكتساب المعرفة الفنية لأساسيات الهندسة الكهربية والالكترونية .

ويشتمل هذا الكتاب على جميع أجزاء المنهج موزعة على ستة أبواب للمنهج النظرى وقد روعي عند وضع هذا الجزء من الكتاب أن يحتوى على أشكال توضيحية لتطبيق المعلومة النظرية على الواقع . كما وضع في نهاية كل باب ملخص بعنوان تذكر لأهم النقاط في هذا الباب مع تمارين لقياس قدرة الطالب على الفهم والتذكر والتطبيق والإبداع.

كما وضع المنهج المعملى بالكتاب بحيث يشتمل على عدد من التجارب المعملية لإثبات صحة بعض القوانيين ودراسة خواص بعض العناصر الكهربية والإلكترونية التى سبق دراستها بالجزء النظرى وفى النهاية وضع الجزء الأخير من الكتاب للمنهج العملى وفيه تم التعرض للعدد والآلات المستخدمة فى شعبة الصناعات الكهربية (تركيبات ومعدات كهربية – الكترونيات – حاسبات) وكذلك توضيح كيفية التعرف العملى على العناصر الأساسية السابق شرحها فى المنهج النظرى وكيفية التعرف عليها وقراءة قيمتها وتوصيلها وإختبارها ، ثم تطبيقات على توصيلها فى بعض الدوائر (الكهربية – الإلكترونية) البسيطة .

ونرجو أن يحوز هذا الكتاب ثقة ورضا الجميع

والله من وراء القصد وهو نعم المولى ونعم الهادي إلى سواء السبيل .

المؤلفان

الصف : الأول **شعبة : الصناعات الكهربائية**

المادة : أساسيات الهندسة الكهربية والإلكترونية **تخصص : تركيبات ومعدات كهربية**

عدد الحصص : (4) أربعة حصص أسبوعياً **: الكترونيات**

: حاسبات

....

الأهداف العامة للمادة :

1. تعرف الطالب على مكونات الدوائر الكهربية والالكترونية .
2. دراسة كيفية تصرف العناصر الكهربية والالكترونية مع التيار الكهربي .
3. تأثيرات التيار الكهربي المختلفة .
4. تحقيق ما سبق معملياً .
5. دراسة بعض التطبيقات العملية للعناصر السابقة .

الباب الأول : عناصر الدوائر الكهربية والالكترونية :

1-1 الدائرة الكهربية (مصدر تيار كهربي – حمل – حماية وتحكم) .

1-2 الجهد الكهربي – التيار الكهربي – وحدات قياس كل منها – قانون أوم .

1-3 المقاومات – تعريفها – وحدات قياسها – أنواعها – جدول الألوان لتحديد قيم المقاومات – التوصيلة ووحداتها .

1-4 طرق توصيل المقاومات (توالي – توازي – مركب) – مقسمات الجهد – مقسمات التيار – مقننات القدرة للمقاومات .

1-5 تأثير الحرارة على المقاومة – الترميستور ذو معامل التمدد الحراري الموجب والسالب (N T C , P T C) خواص كل منها واستخداماتها .

1-6 المكثفات – تعريفها – وحدات قياس سعة المكثفات – العوامل التي تؤثر على السعة – أنواع المكثفات – استخداماتها – طرق توصيل المكثفات (توالي – توازي – تضاعف) .

1-7 الملفات – تعريفها – أنواعها – استخداماتها .

الباب الثاني : التأثيرات المختلفة للتيار الكهربي :

2- 1 التأثير الكهرومغناطيسي :

2-1-1 المجال المغناطيسى حول موصل – ق . د . ك المستنتجة – قاعدة اليد اليمنى لفلمنج ونظرية المولد الكهربي – الحث الذاتي – الحث المتبادل .

2-1-2 حساب شدة المجال المغناطيسى عند نقطة تبعد عن موصل يحمل تيار " قانون بيوت سافارت " .

2-1-3 المجال المغناطيسي لتيار يمر في (موصل مستقيم – موصل دائرى – في ملف دائرى).

2-1-4 القوة الدافعة الكهربية المتولدة في موصل يتحرك في مجال مغناطيسى .

2-1-5 القوة الميكانيكية الناشئة عن مرور تيار موصل موجود في حيز مغناطيسي .

2-2 المحولات الكهربية : (تعريف المحول – تركيبه – أنواع المحولات – استخدامات المحولات)

الباب الثالث : نظريات الدوائر الكهربية :

3-1 قانونى كيرشوف – أمثلة وتطبيقات على قانونى كيرشوف .

3-2 نظرية ثفنن – أمثلة وتطبيقات على نظرية ثفنن .

الباب الرابع : التيار المتردد :

4-1 طرق توليده :

4-1-1 توليد الموجه الجيبية – التردد – الزمن الدوري – الوجه – الاختلاف الوجهي .

4-1-2 قيم الجهد والتيار المتردد للموجه الجيبية (القيمة اللحظية – القيمة المتوسطة – القيمة الفعالة – القيمة العظمي – معامل الشكل) .

4-2 دوائر التيار المتردد :

4-2-1 تأثير العناصر (L – R – C) في دوائر التيار المتردد – توصيل المقاومة في

دائرة التيار المتردد – توصيل المقاومة والمكثف توالي – توصيل المقاومة والملف توالي – توصيل المقاومة والملف والمكثف توالي .

4-2-2 حساب المعاوقة والممانعة الكلية في كل حالة والمتجهات لكل من التيار والجهد والممانعة .

4-2-3 توصيل المقاومة والملف توازى – توصيل المقاومة والمكثف توازى – حساب المعاوقة والممانعة الكلية والمتجهات لكل من التيار والجهد والممانعة .

4-2-4 استنتاج حالة الرنين في الدوائر السابقة .

الباب الخامس : أشباه الموصلات :

5-1 مقدمة .

5-2 دراسة تركيب وخواص واستخدام كل من :

ثنائى الوصلة – ثنائي الزينر – الترانزستور (N P N – P N P) – ترانزستور تأثير المجال JFET – MOSFET – الترانزستور أحادى الوصلة UJT – الدياك – الترياك – ثنائي الفاركتور – ثنائي الثيراستور SCR .

الباب السادس : الدوائر المتكاملة – والنبائط الضوئية :

6-1 الدوائر المتكاملة – التعريف – التصنيف – المزايا .

6-2 الدوائر المتكاملة ذات الشريحة الواحدة – مثال لدائرة الكترونية على شكل دائرة متكاملة

6-3 النبائط الحساسة للضوء : المقاومة الضوئية – الثنائي الضوئي – الترانزستور الضوئي – الخلايا الشمسية .

6-4 النبائط المشعة للضوء : الثنائى المشع للضوء – نبائط العرض ذات السبع شرائح – مبينات السائل البللورى – ثنائى الليزر

الصف : الأول　　　　　　　　　　شعبة : الصناعات الكهربائية

المادة : معمل أساسيات الهندسة الكهربية والإلكترونية　　　　تخصص : تركيبات ومعدات كهربية

عدد الحصص : (1) حصة واحدة أسبوعياً　　　　　　　　: الكترونيات

: حاسبات

....

تجربة رقم (1)

التعرف على أجهزة القياس واستخداماتها لقياس الجهد والتيار المتغير والمستمر .

تجربة رقم (2)

تحقيق قانون أوم – حساب قيمة مقاومة مجهولة ومقارنتها بقيمة مقاومة معلومة .

تجربة رقم (3)

دراسة توصيل المقاومات " توالى – توازي " ومعرفة خواص كل منها .

تجربة رقم (4)

كيفية تعيين حث الملف وسعة المكثف .

تجربة رقم (5)

تحقيق قانونا كيرشوف للتيار والجهد .

تجربة رقم (6)

دراسة خواص ثنائي السيليكون .

تجربة رقم (7)

دراسة خواص ثنائي الزينر

تجربة رقم (8)

دراسة خصائص الترانزستور ثنائي الوصلة

الصف : الأول **شعبة : الصناعات الكهربائية**

المادة : أساسيات الهندسة الكهربية والإلكترونية (تطبيقات) **تخصص : تركيبات ومعدات كهربية**

عدد الحصص : (4) أربعة حصص أسبوعياً **: الكترونيات**

: حاسبات

....

الباب الأول : السلامة والصحة المهنية :-

1-1 قواعد الأمن والسلامة داخل مكان العمل فكرة مبسطة عن مصادر التيار الكهربي وطرق توزيعه .

2-1 مخاطر الكهرباء (مخاطر تؤثر على الإنسان – مخاطر تؤثر على المنشآت والمواد) .

3-1 طرق الوقاية من مخاطر التيار الكهربي والصدمة الكهربية والإسعافات الأولية للمصابين بالصدمة الكهربية .

4-1 التدريب عن طريق المشاهدة والمحاكاة على كيفية إسعاف المصاب بالصدمة الكهربية .

الباب الثاني : التدريب على استخدام العدد والأجهزة الميكانيكية والكهربية :-

2-1 شرح مبسط للعدد والأدوات والأجهزة الميكانيكية والكهربية وأجهزة القياس المستخدمة في التدريبات المهنية (التزجة – بنك الشغل – المثاقيب – ماكينة حجر الجلخ – عدد البرادة – عدد القياس والضبط والشنكرة – عدد وأجهزة الطرق والقطع والنشر والثقب والقلوظة – عدد فك وربط المسامير والصواميل – الزراديات – القصافة الجانبية – زرادية تقشير الأسلاك – زرادية ضغط نهايات أطراف الأسلاك – المفكات – ماكينة اللحام بالنقطة – كاويات اللحام الكهربية) .

2-2 تنفيذ تمرينات لإكساب الطلاب المهارات الأساسية فى استخدام العدد والأدوات والآلات والأجهزة السابقة يستخدم فيها الصاج والصفيح الفرنساوى (ضاغط رقائق محول – وصل قطعتين من الصاج باستخدام مسامير البرشام – وصل قطعتين من الصفيح الفرنساوى باستخدام ماكينة اللحام بالنقطة – التدريب على أعمال القص المستقيم والمنكسر والمنحنى).

الباب الثالث : الموصلات المستخدمة في الدوائر الكهربائية :-

3-1 تعريف وشرح الأنواع المختلفة للأسلاك (المفردة – الشعيرات) المستخدمة في التركيبات الكهربية .

3-2 تنفيذ تمرينات لإكساب الطلاب المهارات الأساسية في تقشير الأسلاك وعمل الوصلات المختلفة بها : وصلة البوات (ذيل الفار) – (وصلة عدلة – وصلة حرف T) من السلك المفرد ذو الشعيرات 6مم – عمل العروة وقصدرتها – تركيب النهايات المختلفة للموصلات ذات الشعيرات .

الباب الرابع : دوائر الإضاءة الكهربية :-

4-1 تعريف وشرح : الرموز والمصطلحات المستخدمة في التركيبات الكهربية – أجهزة (الفولتميتر– الاميتر – الافوميتر – الاوسيلوسكوب) أنواعها ، طرق توصيلها – أنواع المصابيح الكهربية المستخدمة في الإضاءة – أنواع المواسير المستخدمة في التركيبات الكهربية

4-2 تنفيذ تمرينات لإكساب الطلاب المهارات الأساسية في تنفيذ عدد من دوائر الإضاءة (دائرة مصباح عادة بمفتاح – دائرة مصباح عادة بمفتاح ومأخذ تيار (بريزة) – دائرة مصباحين على التوالي – دائرة مصباحين على التوازي دائرة مصباح يتم التحكم فيه من مكانين – دوائر أجراس .

الباب الخامس : العناصر الالكترونية :-

5-1 التدريب على قراءة وقياس وتحديد الأطراف واختبار العناصر الالكترونية مثل : المقاومات – المكثفات – الملفات – المحولات – الثنائي الموحد – ثنائى الزنير – الترانزستور – الثايرستور – الترياك – الدياك – المقاومة الضوئية – الثنائي الضوئي – الترانزستور الضوئي – الخلية الضوئية – الدوائر المتكاملة – شاشة الإظهار الرقمية – اللوحة المطبوعة (البرنتد).

5-2 تنفيذ تمرينات لإكساب الطلاب المهارات الأساسية في عمليات اللحام .

الباب السادس : تمارين لإكساب المهارات :

6-1 تنفيذ تمرين لوحة مطبوعة بالنحاس .

6-2 تنفيذ تمرينات اللحام بالكاوية الكهربية (لحام الأسلاك) .

6-3 تنفيذ تمارين توصيل مقاومات ومكثفات (توالي – توازى – تضاعف) .

6-4 تنفيذ تمارين دوائر توحيد التيار الكهربي (نصف موجه – موجه كاملة) – مضاعف جهد – مثبت جهد بالترانزستور والزينر – منظم جهد بالدائرة المتكاملة .

6-5 تنفيذ دوائر التحكم باستخدام الثايرستور – الترياك – الدياك – المقاومة الضوئية – الترانزستور الضوئي .

الباب الأول

عناصر الدوائر الكهربية والالكترونية

1-1 الدائرة الكهربية (مصدر تيار كهربى – حمل – حماية وتحكم)

2-1 الجهد الكهربى – التيار الكهربى – وحدات قياس كل منها – قانون أوم

3-1 المقاومات – تعريفها – وحدات قياسها – أنواعها – جدول الألوان لتحديد قيم المقاومات – التوصيلية ووحداتها

4-1 طرق توصيل المقاومات (توالى – توازى – مركب) مقسمات الجهد – مقسمات التيار – مقننات القدرة للمقاومات

5-1 تأثير الحرارة على المقاومة – الثرمستور ذو معامل التمدد الحرارى الموجب والسالب – خواص كل منهما واستخداماتها

6-1 المكثفات – تعريفها – وحدات قياس سعة المكثفات – العوامل التى تؤثر على السعة – أنواع المكثفات – استخداماتها – طرق توصيل المكثفات (توالى – توازى – تضاعف)

7-1 الملفات – تعريفها – أنواعها – استخداماتها

الباب الأول

عناصر الدوائر الكهربية والالكترونية

1-1 **الدائرة الكهربية** (مصدر تيار كهربي – حمل – حماية وتحكم) .

الدائرة الكهربية :

يمكن تعريف الدائرة الكهربية البسيطة بأنها مسار مغلق للتيار الكهربي حيث يمر التيار الكهربي من النقطة الاعلى جهداً إلى النقطة الأقل جهداً .

عناصر الدائرة الكهربية البسيطة :

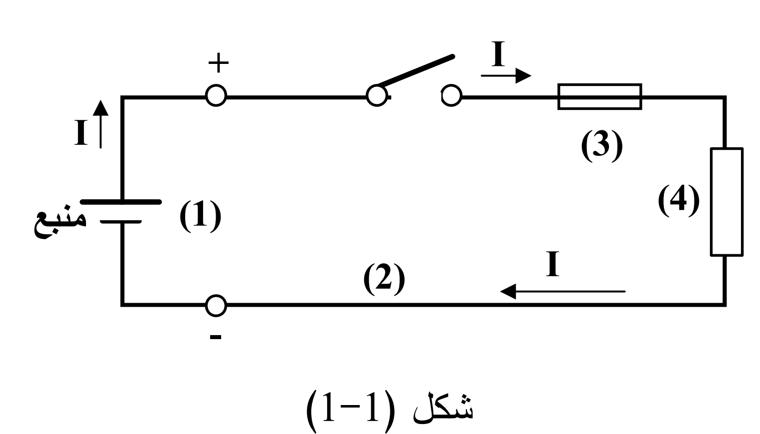
تتكون الدائرة الكهربية في أبسط صورة من عناصر أساسية هي:

1-منبع كهربي

2-أسلاك توصيل

3-حماية وتحكم

4-أحمال كما في شكل (1-1)



شكل (1-1)

1- المنبع الكهربي :

يقوم المنبع الكهربي بتحويل أى صورة من صور الطاقة المختلفة مثل الطاقة الميكانيكية – الطاقة الكيميائية – الطاقة الحرارية – الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربية .

تتحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربية عن طريق المولد الكهربي ويرمز لها بالرمز المبين بشكل (1-2-أ) . وتتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية أثناء تفريغ البطاريات الثانوية " المراكم " ويرمز للبطارية بالرمز المبين بشكل (1-2- ب) . وتتحول الطاقة الحرارية الى طاقة كهربية عن طريق الأزدواج الحراري كما تتحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربية عن طريق الخلية الكهروضوئية .

شكل (1-2)

ويرمز للينبوع الكهربي عموماً بطرفين الطرف السالب وهو الطرف الأقل جهد ويميز بالعلامة (-) والطرف الموجب هو الطرف الأعلى جهداً ويميز بالعلامة (+) وفي معظم الأحيان لا توضع علامات على أطراف البطارية فالمفهوم أن الخط الطويل يمثل الطرف الموجب والخط القصير يمثل الطرف السالب . أما في المولد فيكتفي بوضع السهم أو علامات إذ يسرى التيار من الطرف الموجب إلى الطرف السالب في الدائرة الخارجية ومن الطرف السالب إلى الطرف الموجب خلال المنبع الكهربي . والقوى التي تدفع التيار الكهربي على التحرك ضد مقاومات الدائرة كلها تعرف بإسم القوة الدافعة الكهربية وإختصارها (ق . د . ك) ويرمز لها بالرمز E أو e وهى لا تساوى فرق الجهد بين طرفي المنبع إلا في حالة الدائرة المفتوحة .

ووحدة القوة الدافعة الكهربية هى نفس وحدة فرق الجهد أى " الفولت " وهناك وحدات أكبر للجهد وهى كيلو فولت ويكتب بإختصار (K.V) ويساوى 1000 فولت وميجافولت (M.V) ويساوى مليون فولت أى 10^6 فولت ولإعطاء فكرة عن قيم جهد المنبع نجد أن : جهد البطارية الجافة 1.5 فولت وجهد الإنارة في المنازل 220 فولت وفي المصانع 220/380 فولت وجهد الخطوط الهوائية أو الكابلات الأرضية لنقل القدرة يتراوح بين 30 فولت إلى أكثر من 500 كيلو فولت .

2- أسلاك التوصيل :

وهى مسار التيار الكهربي وهى غالباً ما تصنع من النحاس الأحمر أو الألومنيوم وهى أسلاك معزولة ومقطعها يتناسب مع شدة التيار المار فيها وهى تقوم بتوصيل التيار الكهربي من المنبع إلى الحمل.

3- الحماية والتحكم :

أبسط وسيلة للتحكم هى المفتاح وهو وسيلة التوصيل والفصل ، المصهرات أبسط وسيلة للحماية ضد زيادة التيار.

4- الأحمال :

وهى الأجهزة الكهربية المختلفة مثل المصابيح أو المحركات وهى التي يمر بها التيار الكهربي وعملها هو تحويل الطاقة الكهربية إلى أشكال أخرى من الطاقة .

وتشكل الأحمال مقاومة في طريق مرور التيار الكهربي

1-2 الجهد الكهربي :

الجهد المطلق عند نقطة هو الشغل اللازم لتحريك أو نقل وحدة الشحنات الموجبة من مالانهاية إلى هذه النقطة ، ويرمز لها دائما بالرمز V ووحداته هى الفولت ، وفي اغلب الأحيان يكون الاهتمام بفرق الجهد بين نقطتين أكثر من الأهتمام بالجهد المطلق عند نقطة ما . ويعرف فرق الجهد الكهربي بين نقطتين بأنه الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات الموجبة من نقطة إلى أخرى . ويقاس الجهد الكهربي بواسطة جهاز فولتميتر ويوصل بالتوازي مع المنبع .

1-2-1 القوة الدافعة الكهربية :

تمثل القوة الدافعة الكهربية الجهد الخاص بالمصدر الكهربي (جهد البطارية أو جهد المولد) وهى القوة التي تجبر الشحنات الموجبة على الحركة من نقطة ذات جهد منخفض إلى نقطة ذات جهد مرتفع داخل مصدر الطاقة الكهربية . ودائماً ما يكون لهذا المصدر مقاومة داخلية تسبب فقداً في قيمة القوة الدافعة الكهربية له . هذا الفقد قيمته صغيرة ولكن لا بد من أخذه في الاعتبار .

وحدة قياس القوة الدافعة الكهربية هى الفولت .

التيار الكهربي :

التيار الكهربي هو معدل سريان الالكترونات في الموصل (الشحنة الكهربية) ويكون اتجاه التيار الكهريى في إتجاه معاكس لإتجاه حركة الالكترونات الحرة .

يسرى التيار الكهربي بفعل القوة الدافعة الكهربية للمنبع الكهربى وهذا التيار يحمل الطاقة الكهربائية من المنبع إلى أجزاء الدائرة المختلفة ووحدة قياس التيار الكهربي هى الأمبير وتقاس بجهاز الأميتر الذى يوصل بالتوالي بالدائرة المراد قياس شدة التيار المار بها .

المقاومة الكهربية :

هى مقاومة الأجزاء المختلفة المكونة للدائرة الكهربية التي تحد من شدة التيار الكهربي وتقاس المقاومة بوحدة الأوم ويرمز لها بالرمز Ω والأوم هو مقاومة الموصل الذي يمر به تيار شدته أمبير واحد ومقدار فرق الجهد بين طرفيه 1 فولت وتقاس بجهاز الأوميتر " قياس مباشر " .

قانون أوم :

إستطاع العالم الالماني جورج سيمون أوم أن يجد عن طريق التجربة العلاقة بين الجهد والتيار فى موصل كهربي وقدم القانون المعروف بقانون أوم الذى ينص على :

" فرق الجهد بين طرفي موصل كهربي يساوى حاصل ضرب كل من مقاومة الموصل والتيار المار فيه " .

ويمكن تمثيل قانون أوم رياضياً على الصورة

$$V = I \,.\, R$$

حيث V فرق الجهد ويقدر بالفولت .

I شدة التيار وتقدر بالامبير .

R قيمة المقاومة وتقدر بالأوم .

ويعرف الأوم : بأنه المقاومة التي تسمح بمرور تيار قيمته واحد أمبير عندما يكون فرق الجهد بين طرفي المقاومة واحد فولت .

ويمكن كتابة قانون أوم في عدة صورة كالآتى :

فرق الجهد = شدة التيار × المقاومة $\qquad V = I \,.\, R$

الوحدات : الفولت = أمبير × أوم

ومنه شدة التيار = $\dfrac{\text{الجهـد}}{\text{المقاومـة}}$ $\qquad I = \dfrac{V}{R}$

الوحدات الأمبير = $\dfrac{\text{فولت}}{\text{أوم}}$

والشكل يبين حالات قانون أوم

$V = I.R$

V

I | R

$I = \dfrac{V}{R}$ $\qquad R = \dfrac{V}{I}$

العوامل التي تتوقف عليها قيمة مقاومة الموصل :

تتوقف مقاومة الموصل على عدة عوامل هي :

أ- نوع مادة الموصل: لأن كل مادة تختلف عن الأخرى من حيث عدد الالكترونيات الحرة الموجودة في المدار الخارجي لذرة المادة ويعبر عن تغير المقاومة بتغير مادة الموصل بالمعامل ρ ويسمى المقاومة النوعية لنوع مادة الموصل ووحدته هى أوم. مم2/م وهذه المقاومة النوعية تتناسب تناسباً طردياً مع المقاومة $(R \propto \rho)$ أى أنه كلما زادت المقاومة النوعية لنوع مادة الموصل كلما زادت مقاومته وذلك عند ثبوت طول مادة الموصل ومساحة مقطعها .

ب- طول الموصل : تتوقف مقاومة الموصل كذلك على طوله فكلما زاد طول الموصل كلما زادت مقاومته نتيجة لزيادة تصادم الشحنات المتحركة($R \propto L$) عند ثبوت نوع المادة ومساحة مقطعها.

جـ- مساحة مقطع الموصل : تتوقف مقاومة الموصل كذلك على مساحة مقطعه فكلما زادت مساحة مقطع الموصل كلما قلت مقاومته أى أن مقاومة الموصل تتناسب عسكياً مع مساحة مقطعه $R \propto \frac{1}{a}$ وذلك عند ثبوت نوع مادة الموصل وطولها .

∴ مقاومة الموصل = المقاومة النوعيــة × طول الموصل / مساحة مقطع الموصل

$$R = \frac{\rho L}{a} \Omega$$

أمثلة على قانون أوم

مثال (1) : ما هى القوة الدافعة الكهربية لبطارية مقاومتها الداخلية 0.5 أوم لكي يمر تيار شدته 0.6 أمبير في دائرة خارجية مقاومتها 2 أوم .

الحل : مقاومة الدائرة هى مجموع مقاومات أجزاء الدائرة المختلفة .

E = القوة الدافعة الكهربية .

I= شدة التيار المار = 0.6 أمبير

R = المقاومة الخارجية = 2 أوم ، المقاومة الداخلية للبطارية r = 0.5 أوم

مقاومة الدائرة الكلية = (R + r) $\qquad$ $E = I(R + r)$

$$= 0.6\ (2 + 0.5) = 1.5 \quad \text{Volts}$$

مثال (2) : وصلت مقاومة مقدارها 4 أوم بمنبع قوته الدافعة الكهربية 2.4 فولت فكان فرق الجهد بين طرفى المقاومة 2 فولت .

احسب ما يلى :

(أ) شدة التيار المار في الدائرة

(ب) المقاومة الداخلية للمنبع

الحل :

$$E = R \,.\, I$$

$$2 = 4 \,.\, I$$

$$\therefore I = \frac{2}{4} = 0.5\ A$$

بالنسبة للمنبع

$$E = I(R + r)$$

$$2.4 = 0.5\,(4 + r).$$

$$2.4 = 2 + 0.5\,r$$

المقاومة الداخلية للمنبع

$$r = 0.8\ \Omega$$

3-1 المقاومات :

تعريفها : هى مقاومة الأجزاء المختلفة في الدائرة الكهربية التي تحد من شدة تيار الدائرة وتقاس بوحدة الأوم ويرمز لها بالرمز (Ω) والمقاومة هى أحد العناصر الثلاثة الأساسية والفعالة في الدوائر الكهربية (العنصران الآخران هما الحث الذاتي والسعة الكهربية) . وكل عنصر من العناصر الثلاثة له قيمة معينة من المقاومة الكهربية ، وبصفة عامة يمكن إهمال هذه القيمة لكل من الملفات والمكثفات الكهربية لضعف تأثيرها .

ومن وجهة نظر الدائرة الكهربية يمكن إعتبار المقاومة الكهربية كنبيطة تمتلك علاقة ثابته بين فرق الجهد بين طرفيها والتيار المار فيها . وبذلك تخضع المقاومة الكهربية لقانون أوم .ومن وجهة نظر الطاقة يمكن إعتبار المقاومة الكهربية كنبيطة (DEVICE) لتحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة حرارية .

تتراوح قيم المقاومات من مللي أوم إلى الملايين من الأوم ويستخدم هذا النوع من المقاومات في الآلات الكهربية وأجهزة القياس والدوائر الالكترونية والأجهزة الحرارية وخلافه.

يتوقف اختيار المقاومات على عدة اعتبارات يمكن إيجازها فيما يلي:

(أ) قيمة المقاومة المطلوبة :

فمثلاً تكون المقاومة صغيرة القيمة في حالة الآلات الكهربية وأجهزة القياس بينما تكون قيمتها كبيرة جداً في الدوائر الالكترونية .

(ب) القدرة الكهربية المفقودة في المقاومة :

وهى القدرة التي تتحول إلى حرارة وهى تساوى حاصل ضرب كل من فرق الجهد بين طرفي المقاومة وشدة التيار المار فيها . ووحداتها هى الوات .

وتكتب على المقاومة قيمة قدراتها المقننة (Rated Power) وهى أقصى قيمة للقدرة يمكن ان تتحملها المقاومة ، ويجب أن لا تزيد القدرة المفقودة في المقاومة عن قدرتها المقننة حتى لا تتعرض لإرتفاع درجة حرارتها، ويؤدي ذلك إلى تلفها .

(حـ) درجة التفاوت أو السماح في قيمة المقاومة :

وهى تمثل نسبة مئوية من القيمة الإسمية للمقاومة تزيد أو تقل قيمتها عن القيمة المقننة (الإسمية) . ولذلك تكتب العلامة ± قبل قيمة التفاوت .

فمثلاً إذا كانت قيمة المقاومة الإسمية 100 أوم بتفاوت ± 5% فتكون قيمة هذه المقاومة تتراوح بين 95 إلى 105 أوم . تعتمد قيمة التفاوت على دقة الصناعة وعلى نوع المادة المصنوعة منها المقاومة .

(د) معامل المقاومة الحراري :

تتناسب قيمة المقاومة الكهربية لجميع الموصلات تناسباً طردياً مع درجة الحرارة ، حيث تزيد بقيم مختلفة تتوقف على فروق درجات الحرارة ونوع مادة الموصل .

تعريف المعامل الحراري : يعرف المعامل الحراري لأى مادة بأنه مقدار التغير في قيمة مقاومة هذه المادة عندما تتغير درجةحرارتها درجة واحدة مئوية ،ويرمز له بالرمز(α) ووحداته هى اوم/ م^5

(هـ) سعر المقاومة :

فمثلاً في دوائر الراديو والتليفزيون يعتبر سعر المقاومة عامل مهم عند اختيار المقاومات .

(و) عمر المقاومة :

إذ أنه من المعروف أن طول مدة الاستعمال يسبب تغيراً في قيمة المقاومة الكهربية – وكلما زاد العمر الافتراضي للمقاومة كلما زاد سعرها .

تنقسم المقاومات الكهربية (من حيث قيمتها) إلى مقاومات ثابتة القيمة (أو المقاومات العيارية) ومقاومات متغيرة القيمة .

<u>المقاومات العيارية :</u> المقاومة العيارية هى المقاومة ثابتة القيمة ، وتتميز هذه المقاومة بأنه لا يمكن تغيير قيمتها ، وبالتالي تضاف قيمتها الكلية إلى قيمة مقاومة الدائرة الكهربية التي توصل بها . ويتميز هذا النوع من المقاومات أيضاً بأن كل مقاومة لها طرفان يتم توصيلهما بالدائرة الكهربية عن طريقهما . وتستخدم المقاومات العيارية كأحمال كهربية مثل لمبات الإضاءة والسخانات الكهربية وفي الدوائر الالكترونية (راديو – تليفزيون وغيرها) .

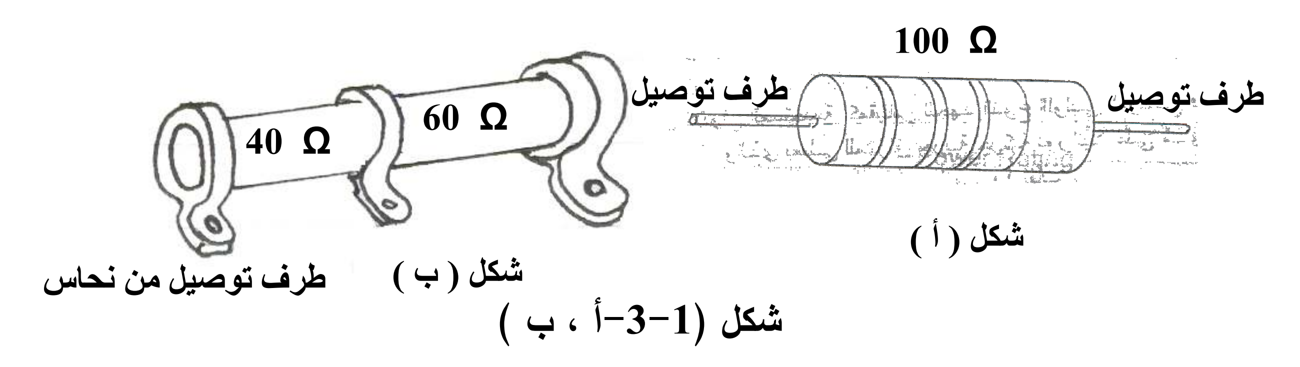
وتصنع المقاومات العيارية من سبيكة من المنجانين أو الكنستنتان . وهى تلف على اسطوانه عازلة وهى ذات قيم محددة لا تتعدى نسبة الخطأ في تحديد قيمتها عن جزء من عشرة آلاف جزء ويجب أن تتوفر الشروط التالية في المقاومة العيارية :

أ- ثبوت قيمة المقاومة مع الزمن .

ب- أن يكون المعامل الحراري للمادة المصنوع منها المقاومة صغيراً جداً .

حـ- أن تكون القوة الدافعة الكهربية عند الاتصال بأسلاك نحاسية صغيرة جداً ويوضح شكل (1-3 - أ) مقاومة ثابتة القيمة (ذات طرفين لتوصيلها بالدائرة الكهربية) وهناك نوع آخر من المقاومات ثابتة القيمة لها أكثر من وصلة بين طرفيها وتسمي مقاومة متعددة الوصلات

وبتوصيل أحد الوصلات المختلفة إلى الدائرة الكهربية نحصل على قيم مختلفة للمقاومة . كما فى شكل (1-3- ب) .



شكل (1-3-أ ، ب)

وتنقسم المقاومات ثابتة القيمة من حيث نوع المادة المصنوعة منها إلى ثلاثة أقسام : المقاومات السلكية ، والمقاومات الكربونية والمقاومات الفيلمية .

أولاً : المقاومات السلكية :

تتكون المقاومة السلكية من سلك معدنى ذو طول ومساحة مقطع مناسبين ملفوف حول اسطوانه عازلة (غالباً من السيراميك) . وتصنع هذه المقاومات من مواد لها مقاومة نوعية عالية مثل المنجانين والكونستنتان .

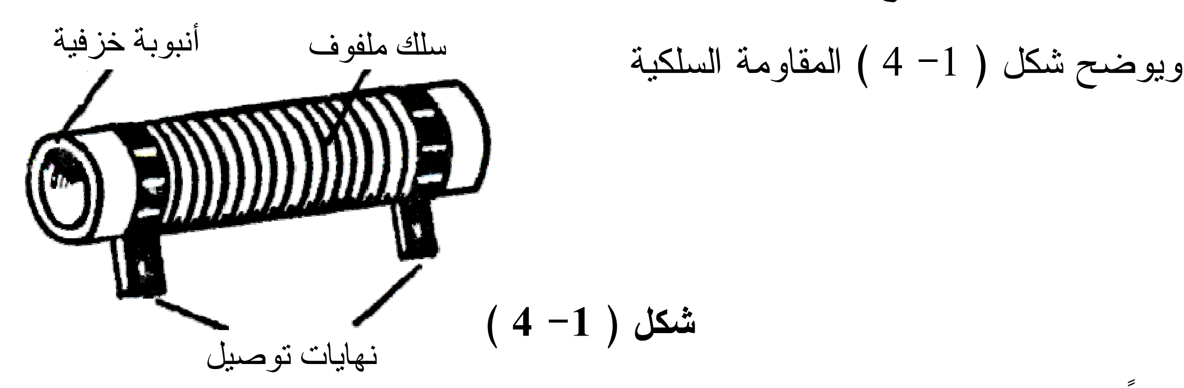
المقاومة النوعية للمانجانين = 45×10^{-8} أوم . متر .

المقاومة النوعية للكونستنتان= 49×10^{-8} أوم. متر.

يختلف شكل ونوع مادة المقاومة السلكية بإختلاف الغرض الذى تستخدم من أجله وكذلك تبعاً لقيمة القدرة المقننة لهذه المقاومة . وتتراوح قيم المقاومات السلكية من كسور الأوم إلى عدة آلاف أوم ، كما يتراوح التفاوت بين ± 1% إلى ± 5% . وفي حالة المقاومات الصغيرة تكون الأسلاك عبارة عن قضبان معدنية سميكة ، وتكون قيم القدرة المقننة للمقاومات السلكية (في حالة التطبيقات الالكترونية) صغيرة (أى عدد قليل من الوات) أما في حالة التطبيقات

الهندسية فتكون كبيرة (في حدود عدة آلاف من الوات) وعادة يتم عــزل المقاومــة الــسلكية بطبقة من الاكسيد لمنع حدوث قصر بين لفات السلك .

ويوضح شكل (1- 4) المقاومة السلكية



شكل (1- 4)

ثانياً – المقاومة الكربونية:

عند الاحتياج إلى قيم كبيرة جداً من المقاومة الكهربية والتي تكون في حدود عدة ملايين أوم فإن تكلفة تصنيع المقاومات السلكية تكون باهظة للغاية . بإستعمال خلــيط مــن مــسحوق الكربون (أو الجرافيت) والسيراميك (أو الطمي المحروق) يمكن الحــصول علــى مقاومــة كربونية لها مقاومة عالية جداً وتكاليف إقتصادية للغاية . وتعتمد قيمة المقاومة الكربونية علــى نسبة من الكربون إلى السيراميك في الخليط . ويتم تغطية المقاومة الكربونيــة بمــادة عازلــة لحمايتها ضد كل من المؤثرات الميكانيكية وإمتصاص الرطوبة من الهواء الجــوى . وتــشكل الخلطة على هيئة أقراص أو قضبان تجمد بالحرارة ، ويرش طرفي المقاومة بمعدن حتى يمكن تثبيت طرفى التوصيل .

ويوضح شكل (1-5)

نموذجين للمقاومة الكربونية

شكل (1- 5)

وتكون قيمة المقاومة الكربونية كبيرة فهى تتراوح بين 10 أوم إلى 20 مليــون أوم (20 ميجا أوم) وبدرجة تفاوت تتراوح بين ±5 % إلى ± 20% كما أن قدرتها صغيرة تتراوح بين 0.25 إلى 5 وات . كما أنها أقل ثباتاً من المقاومات السلكية .

تتميز المقاومة الكربونية بالمزايا الآتية :

(أ) صغر الحجم (ب) رخص الثمن

(جـ) تعطى قيم كبيرة للمقاومة أكبر من المقاومة السلكية.

أما عيوب المقاومة الكربونية فيمكن تلخيصها فيما يلي :

(أ) تسخن عند التيارات المرتفعة بشدة .　　　　(ب) لها معامل حراري كبير.

(جـ) عدم دقة قيمتها حيث أن لها درجة تفاوت عالية تصل إلى ± 20% وعموماً فـإن هذا النوع من المقاومات يستخدم بكثرة في الحالات التي لا تستلزم تيارات كبيرة القيمـة أو الحالات التي لا تستلزم درجات تفاوت صغيرة .

ثالثاً: المقاومات الفيلمية :

تسمي المقاومة الفيلمية في بعض الأحيان بالمقاومة الغشائية ،وهى تصنع مـن غـشاء متجانس من الكربون والجرافيت ، ومن اكسيد القصدير المترسب حول دليـل اسـطواني مـن الخزف . ويمكن زيادة قيمة المقاومة عن طريق عمل حز أو شق لولبي في الغشاء حيث يتغير مسار المقاومة بين الطرفين . ويكون الغلاف الخارجي للمقاومة عبارة عن طبقة مـن اللاكيـه مغطاه بطبقة من البلاستيك .

ويوضح شكل (1 – 6) نموذجاً للمقاومة الفيلمية .

غطاء نحاس

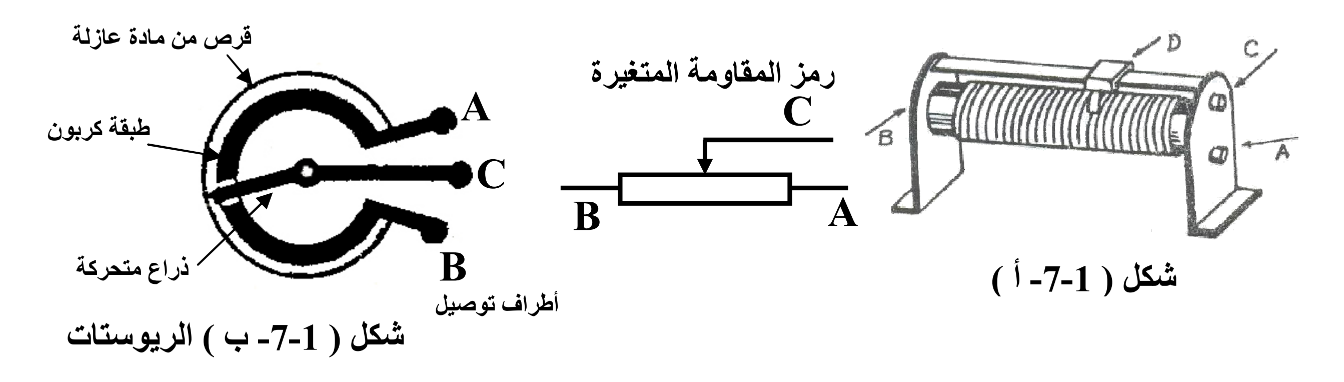
طرف توصيل

غشاء المقاومة

شكل(1–6) المقاومة الفيلمية .

رابعاُ المقاومات متغيرة القيمة :

المقاومة المتعددة الوصلات تعطى أكثر من قيمة تصل إلى أربعة مقاومات . وهنا نجـد أن المقاومة متغيرة القيمة تعطى مجالاً أوسع لإختيار قيمة المقاومة المطلوبة . وهى تتكون من مقاومة سلكية ملفوفة على اسطوانة وينزلق على السلك طرف متحرك يحـدد قيمـة المقاومـة المطلوبة . وتتراوح قيم المقاومة لهذا النوع من المقاومات من صـفر إلـى 200 كيلـو أوم . والقدرة المقننة لها تتراوح من 10 و 1000 وات .



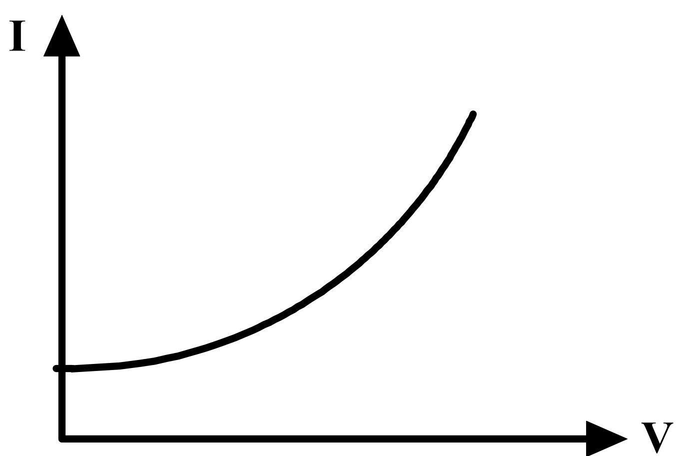
شكل (1-7- أ)

شكل (1-7- ب) الريوستات

وشكل (1-7 – أ) يوضح شكل عام للمقاومة المتغيرة السلكية وتسمى أحياناً الريوستات كما توجد مقاومة متغيرة كربونية تصنع كما بالشكل (1-7- ب) من قرص مصنوع من مادة عازلة (فبر) تغطى بطبقة من الجرافيت على شكل حلقة يتحرك عليها طرف منزلق يتحرك بواسطة محور متحرك لتغيير قيمة المقاومة .

خامساُ: المقاومات المتغيرة مع الجهد :

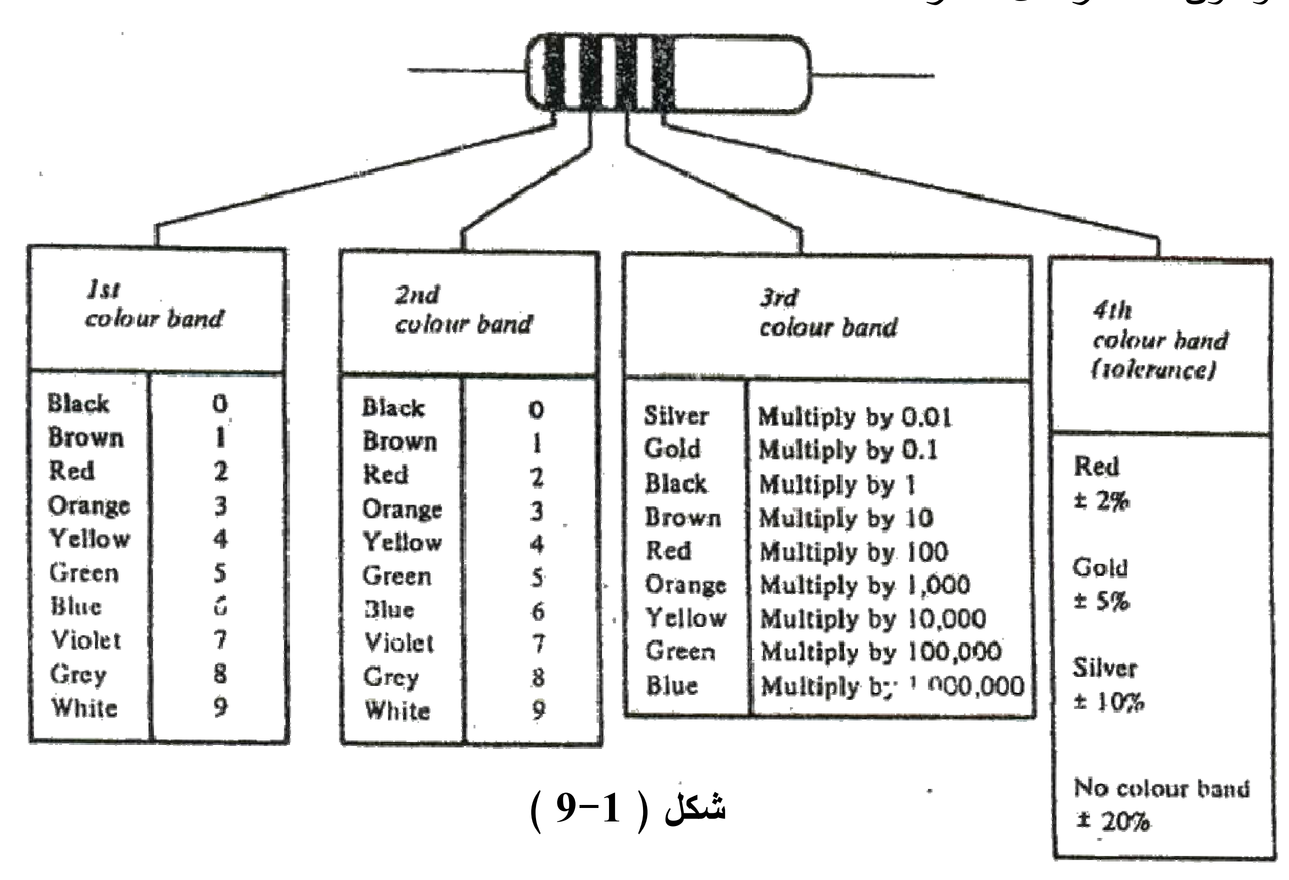
المقاومة المتغيرة مع الجهد أحيانا تسمى الفاريستور (Varistor) هى مقاومة مصنوعة من مادة شبه موصلة وتقل قيمتها بإزدياد الجهد المؤثر على طرفيها . وتصنع مقاومات الفاريستور من كربيد السليكون وتستخدم في أجهزة الوقاية من الجهود المفاجئة حيث توصل بالتوازى مع الجهاز المراد حمايته ، وعند زيادة الجهد فجأة تقل قيمة مقاومة الفاريستور وتسمح بمرور تيار كبير ، وبذلك تمتص هذه المقاومة جزءاً لا بأس به من الطاقة المباغته فتنكسر حدتها .ويوضح شكل (1–8) العلاقة التى تربط بين الجهد والتيار لإحدى مقاومات الفاريستور .



شكل (1–8) علاقة الجهد والتيار لمقاومة الفاريستور

كود (شفرة) الوان المقاومات :

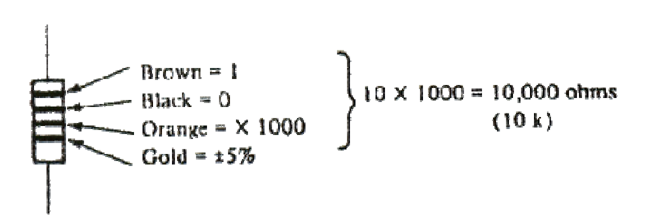
يتم بيان قيمة المقاومات الثابتة سواء كانت مقاومة كربونية أو مصنوعة من أكسيد معدنى عن طريق وضع حلقات ملونة على جسم المقاومة الخارجى تدل على قيمتها وكذلك على درجة التفاوت (Tolerance) الخاص بها . وفى هذا الصدد تستخدم طريقتان لدلالة حلقات الألوان على قيمة المقاومة وعلى درجة التفاوت . فى الطريقة الأولى تستخدم أربع حلقات ملونة وفى الطريقة الثانية تستخدم خمس حلقات ملونة . ويوضح شكل (1−9) الألوان المستخدمة للدلالة على قيمة المقاومة والرقم المناظر لكل لون كما يوضح أيضاً مقدار التفاوت واللون المناظر لكل مقدار .

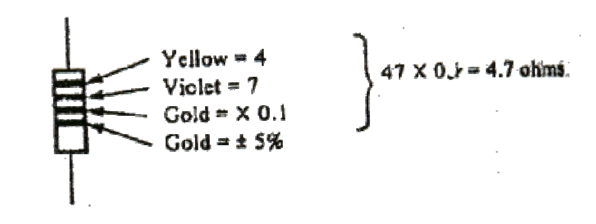


شكل (1−9)

وتكون حلقة اللون الأول على المقاومة أقرب لأحد نهايتها عن مدى قرب حلقة اللون الأخيرة من النهاية كما هو مبين فى الشكل .

وتدل الثلاث حلقات الأولى على قيمة المقاومة بينما تدل الحلقة الرابعة على درجة التفاوت . ولبيان كيفية استعمال الأرقام المناظرة للألوان فى شكل (1−9) للدلالة على قيمة مقاومة سوف نحدد قيمة كل من المقاومتين المبين ألوانهما فى شكل (1−10) .





شكل (1−10)

بالنسبة للمقاومة الأولى فإن الوانها بالترتيب هى :

الحلقة الأولى : بنى تناظر الرقم 1 فى شكل (1−9)

الحلقة الثانية : أسود تناظر الرقم صفر

الحلقة الثالثة : برتقالى تناظر الرقم 3

الحلقة الرابعة (وهى تدل على درجة التفاوت) : ذهبى وتناظر ± 5 ٪

والرقم المناظر للحلقة الأولى يدل على رقم العشرات فى قيمة المقاومة والمناظر للحلقة الثانية يدل على رقم الآحاد والمناظر للحلقة الثالثة يدل على عدد الأصفار التى توضع على يمين الرقمين السابقين . أى يدل على قيمة الأس للأساس عشرة ليضرب فى الرقمين السابقين وبالتالى تكون قيمة المقاومة الأولى هى :

$$10000 \pm 5\% = 10 \text{ K}\,\Omega \pm 5\ \%$$

أو باستخدام الأس

$$10 \times 10^{3} \pm 5\ \% = 10 \text{ K}\,\Omega \pm 5\ \%$$

وبالنسبة للمقاومة الثانية فالوانها هى :

أصفر – بنفسجى – ذهبى – ذهبى

وبالتالى تكون قيمة المقاومة هى :

$$47 \times 10^{-1} \pm 5\ \% = 4.7\ \Omega \pm 5\ \%$$

وإذا استخدمت الطريقة الثانية التى فيها خمسة ألوان فإن شكل (1−11) يبين الأرقام المنـــاظرة للألوان فى هذه الطريقة .

1st colour band	
Black	0
Brown	1
Red	2
Orange	3
Yellow	4
Green	5
Blue	6
Violet	7
Grey	8
White	9

2nd colour band	
Black	0
Brown	1
Red	2
Orange	3
Yellow	4
Green	5
Blue	6
Violet	7
Grey	8
White	9

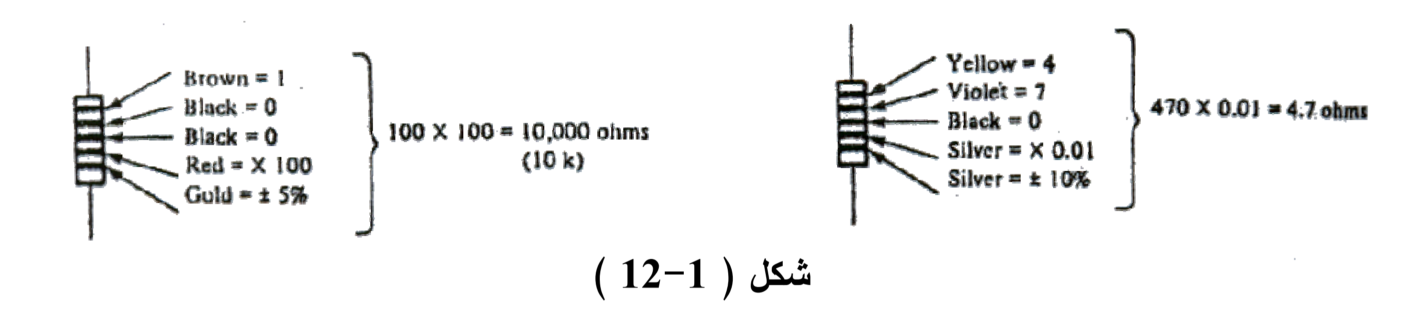
3rd colour band	
Black	0
Brown	1
Red	2
Orange	3
Yellow	4
Green	5
Blue	6
Violet	7
Grey	8
White	9

4th colour band	Multiply by
Silver	0.01
Gold	0.1
Black	1
Brown	10
Red	100
Orange	1,000
Yellow	10,000
Green	100,000
Blue	1,000,000

5th colour band (tolerance)
Brown ± 1%
Red ± 2%
Gold ± 5%
Silver ± 10%
No colour band ± 20%

شكل (1−11)

وفى هذه الحالة فإن الرقم المناظر للون الأول يدل على رقم المئات فى قيمة المقاومة . والرقم المناظر للون الثانى يدل على رقم العشرات . والرقم المناظر للون الثالث يدل على رقم الآحاد . والرقم المناظر للون الرابع يدل على عدد الأصفار التى توضع على يمين الثلاث أرقام السابقة . أى يدل على قيمة الأس للأساس عشرة ليضرب فى الثلاث أرقام السابقة . ولتوضيح ذلك يبين شكل (1−12) مقاومتين لكل منهما خمسة ألوان .



شكل (1−12)

بالنسبة للمقاومة الأولى فإن الوانها هى :

البنى – الأسود – الأسود – الأحمر – ذهبى

وبالتالى تكون قيمة المقاومة هى :

$$100 \times 10^{2} \pm 5\ \% = 10000\ \Omega \pm 5\ \%$$

$$= 10\ K\ \Omega \pm 5\ \%$$

وبالنسبة للمقاومة الثانية فإن ألوانها هى :أصفر – بنفسجى – أسود – فضى – فضى

وبالتالى تكون قيمة المقاومة هى :

$$470 \times 10^{-2} \pm 10\ \% = 4.7 \pm 10\ \%$$

$$= 4.7\ \Omega \pm 10\ \%$$

بالنسبة للأنواع الأخرى من المقاومات (أى غير الكربونية أو غير المصنوعة من أكسيد معدنى) فإنه يستخدم نظام تشفير يوضع فيه حرف مكان العلامة العشرية فى قيمة المقاومة ويدل الحرف على مقدار المضاعف العشرى (أى الأس للأساس عشرة) على النحو التالى:

الحرف	R	K	M
المضاعف العشرى	1	100 10^{3}	1000000 10^{6}

ويوضع بعد ذلك حرف آخر ليدل على درجة التفاوت وذلك على الأساس الآتى :

الحرف	**درجة التفاوت**
F	± 1 %
G	± 2 %
J	± 5 %
K	± 10 %
M	± 20 %

مثال (1) : حدد قيمة مقاومة كربونية عليها أربعة ألوان بالترتيب الآتى :

بنى – أسود – برتقالى – ذهبى وحدد قيمة التفاوت

الحـــــــــــــل

اللون البنى يناظره رقم 1

اللون الأسود يناظره رقم صفر

اللون البرتقالى يناظره رقم 3

اللون الذهبى وهو اللون الرابع ولذلك يمثل درجة التفاوت وقدرها ± 5 ٪

وبالتالى تكون المقاومة هى :

$$10 \times 10^3 \pm 5\ \% = 10\ K\ \Omega \pm 5\ \%$$

مثال (2) : حدد قيمة مقاومة عليها خمسة حلقات ملونة بالترتيب الآتى :

أخضر – أزرق – برتقالى – أحمر – ذهبى

الحـــــــــــــل

اللون الأخضر يناظره رقم 5

اللون الأزرق يناظره رقم 6

اللون البرتقالى يناظره رقم 3

اللون الأحمر يناظره رقم 2

اللون الخامس هو الذهبى ويمثل درجة التفاوت وقدرها ± 5 ٪

وبالتالى تكون المقاومة هى :

$$56300 \pm 5\ \% = 56.3\ K\ \Omega \pm 5\ \%$$

مثال (3) : حدد ألوان الحلقات المناظره لمقاومة قيمتها 220 أوم إذا كان عدد الحلقات أربعة وكانت درجة التفاوت ± 10 ٪

الحـــــــــــل

الرقم الأول من اليسار هو (2) ويناظره اللون الأحمر

الرقم الثانى من اليسار هو (2) ويناظره اللون الأحمر

الرقم الثالث من اليسار هو (صفر) ويناظره عدد الأصفار أى أن عدد الأصفار واحد

وبالتالى يكون اللون المناظر للرقم (1) هو اللون البنى

درجة التفاوت ± 10 ٪ تناظر اللون الفضى

وبالتالى يكون لون حلقات المقاومة هو : أحمر – أحمر – بنى – فضى

مثال (4) : حدد المقاومات المناظرة للرموز الآتية :

1MOF , 330RG , 68RJ , 4R7K , R22M

الحـــــــــــل

كما سبق ذكره فإن أول حرف من اليمين فى كل رمز يناظر درجة التفاوت . وأول حرف نقابله من اليسار يكون هو مكان العلامة العشرية ويدل على المضاعف العشرى وبالتالى :

R22M	0.22 Ω ± 20 %
4R7K	4.7 Ω ± 10 %
68RJ	68 Ω ± 5 %
330RG	30 Ω ± 2 %
1M0F	1.0 M Ω ± 10 %
5M6M	5.5 M Ω ± 20 %

التوصيلية ووحداتها :

يدل مقلوب المقاومة النوعية للمادة على قابلية التوصيل الكهربى لهذه المادة (Conductivity) أى أن $\sigma = \frac{1}{\rho}$

حيث (σ) هى التوصيلية الكهربية ، (ρ) هى المقاومة النوعية .

ومن المعلوم أن المقاومة الكهربية هى القوة المعاكسة لسريان الالكترونات ووحداتها هى الأوم ويعرف مقلوب المقاومة الكهربية بالموصلية الكهربية ووحداتها هى الموه mho أو السيمنز.

ويمكن تعريف الموصلية الكهربية للمادة بأنها تمثل مقدرة هذه المادة على السماح بسريان الالكترونيات

$$\therefore \text{إذن المقاومة الكهربية} = \frac{1}{\text{الموصلية الكهربية}}$$

$$R = \frac{1}{G} \qquad or \qquad G = \frac{1}{R}$$

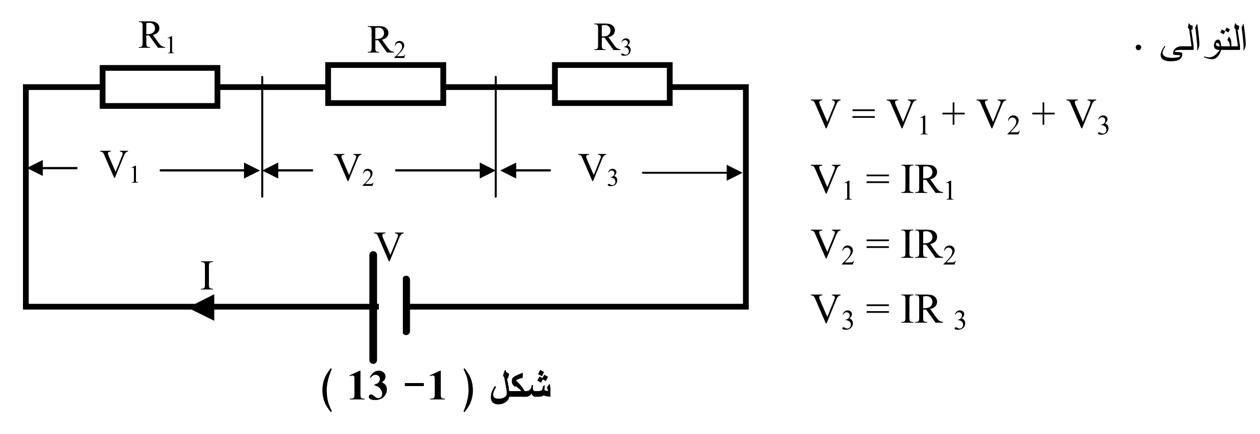
من المعلوم كذلك أن المقاومة النوعية هى مقاومة موصل مصنوع من مادة ما طوله واحد متر ومساحة مقطعه واحد متر مربع ووحداتها الأوم متر . ويعرف مقلوب المقاومة النوعية للمادة بقابلية التوصيل النوعي لهذه المادة ووحداتها هى الموه لكل متر (موه/متر) أو سيمنز / متر .

1-4 طرق توصيل المقاومات :

هناك ثلاث طرق مختلفة لتوصيل المقاومات : التوصيل على التوالي – التوصيل على التوازى – التوصيل على التضاعف (وهو خليط بين التوصيل على التوالي والتوازي).

1-4-1 توصيل المقاومات على التوالي :

إذا تم توصيل ثلاث مقاومات R_1, R_2, R_3 بالطريقة الموضحة بشكل (1-13) فإنه يقال أن هذه المقاومات متصلة على التوالي . وبذلك يمر التيار I الخارج من البطارية في المقاومات الثلاثة . أى أن شدة التيار المار في المقاومات المتصلة على التوالي تكون واحدة لكن فرق الجهد بين طرفى كل مقاومة تختلف قيمته بإختلاف قيمة كل مقاومة طبقا لقانون أوم . و تكون القوة الدافعة الكهربية للبطارية V مساوية للمجموع الجبري للجهود المتصلة على التوالى .



$$V = V_1 + V_2 + V_3$$
$$V_1 = IR_1$$
$$V_2 = IR_2$$
$$V_3 = IR_3$$

شكل (1- 13)

وإذا فرضنا أن محصلة المقاومات المتصلة على التوالي R_t فنجد أن:

$$V = I \cdot R_t$$

$$\because \; V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$\therefore \; IR_t = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

بالقسمة على I فان

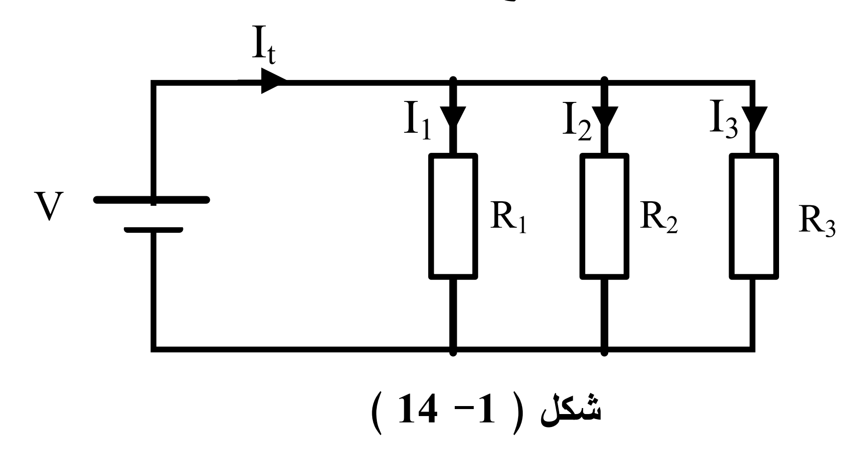
$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

إذن محصلة المقاومات المتصلة على التوالي تساوى مجموع هذه المقاومات واذا تساوت المقاومات في القيمة وكانت قيمتها R وعددها n فإن المقاومة المكافئة $R_t = n \cdot R$ وتكون المقاومة الكلية لمجموعة مقاومات متصلة على التوالي أكبر من قيمة أى مقاومة فيها .

1-4 -2 توصيل المقاومات على التوازى :

إذا وصلت ثلاثة مقاومات كما في شكل (1-14) فإن :

فرق الجهد على المقاومات الثلاثة = فرق جهد المنبع = V



شكل (1- 14)

لكن تيار المنبع I يتفرع في المقاومات الثلاثة ومجموع التيارات يساوى التيار الكلي

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3$$

ومن قانون أوم

$$\frac{V}{R_t} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

بقسمة كل المعادلة على V

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

أى أن المقاومة المكافئة لعدة مقاومات متصلة على التوازى تكون أصغر من أية مقاومة في الدائرة .

وحيث أن الموصلية هى عكس المقاومة .

$$G = \frac{1}{R}$$

$$\therefore G_t = G_1 + G_2 + G_3$$

وإذا وصل عدد n من المقاومات المتساوية على التوازي وكانت قيمة كل منها R فـإن المقاومة المكافئة R_t

$$R_t = \frac{R}{n}$$

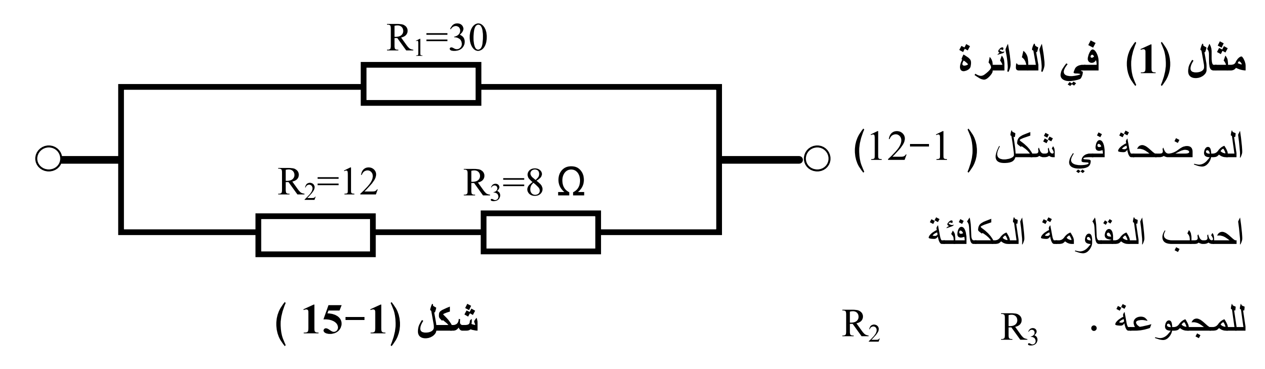
وإذا وصلت مقاومتان على التوازى فإن المقاومة المكافئة لها تساوى

$$R_t = \frac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2}$$

1-4-3 التوصيل المركب (التوصيل على التضاعف) :

في هذه الحالة يكون لدينا مجموعة أو أكثر متصلة على التوازى ومجموعة أو أكثر متصلة على التوالي وترتبط فيها المجاميع إرتباطاً متوالياً ومتوازياً . ومن هنا يجب إيجاد المقاومة الكلية لكل مجموعة على حدة ثم إيجاد المقاومة الكلية المكافئة النهائية .

مثال (1) في الدائرة الموضحة في شكل (1-12) احسب المقاومة المكافئة للمجموعة . R_2 R_3



شكل (1-15)

الحل : المقاومتان R_3 , R_2 متصلتان على التوالي

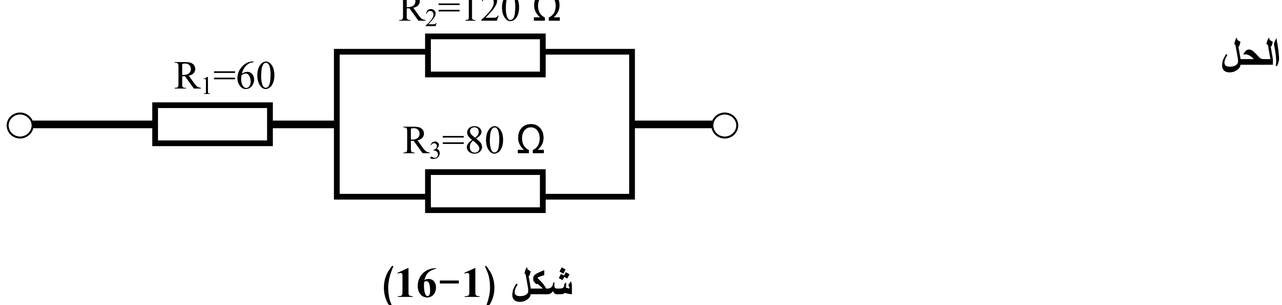
$$\therefore R_{2,3} = R_2 + R_3 = 12 + 8 = 20\Omega$$

ثم المقاومـــة R_1 ومحصلة $\mathbf{R_2}$ و $\mathbf{R_3}$ متصلتان على التوازي.

$$R_t = \frac{R_{2,3} \times R_1}{R_{2,3} + R_1} = \frac{20 \times 30}{20 + 30} = \frac{600}{50} = 12\,\Omega$$

مثال (2): احسب المقاومة الكلية لمجموعة المقاومات المتصلة بشكل (1- 16)

الحل



شكل (1-16)

المقاومتان R_3 , R_2 متصلتان على التوازى:

$$R_{2,3}=\frac{R_2\times R_3}{R_2+R_3}$$

$$R_{2,3}=\frac{120\times 80}{120+80}=48\Omega$$

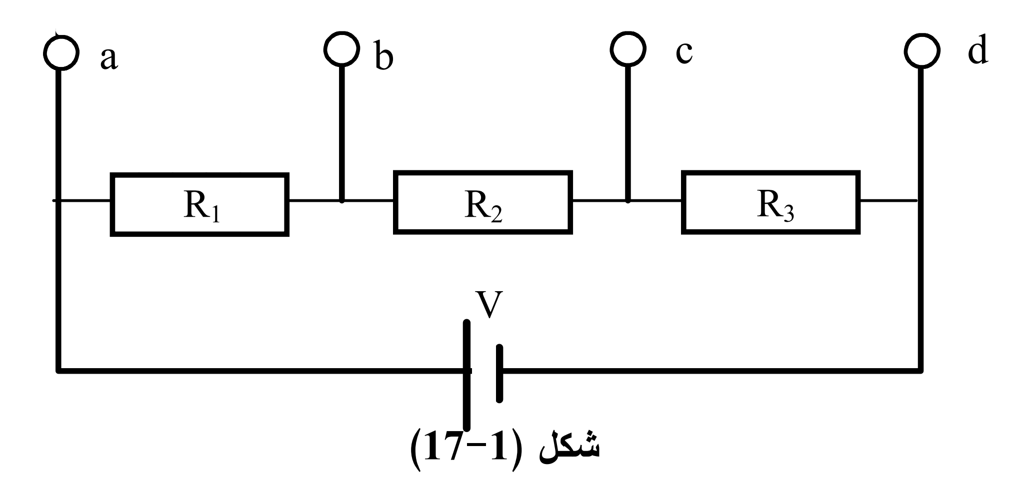
ثم بعد ذلك محصلة المقاومتان R_3 , R_2 متصلة على التوالي مع المقاومة R_1

المقاومة الكلية المكافئة $R_t=R_1+R_{2,3}$

$$R_t=60+48=108\Omega$$

مقسمات الجهد:

مقسمات الجهد هى مقاومات متصلة على التوالي كما هو موضح في شكل (1-17)



شكل (1-17)

وبالتالي فإن جهد المصدر V يتم تقسيمه على تلك المقاومات حسب مقدار كل مقاومة ومجموع الجهد على تلك المقاومات يساوى جهد المصدر . أى أن الجهد على المقاومة R_1 يكون:

$$V_{ab}=\frac{V.R_1}{(R_1+R_2+R_3)}$$

والجهد على المقاومة R_2

$$V_{bc}=\frac{V.R_2}{(R_1+R_2+R_3)}$$

والجهد على المقاومة R_3

$$V_{cd} = \frac{V.R_3}{(R_1 + R_2 + R_3)}$$

وبالتالي فإن

$$\frac{V_{ab}}{V_{bc}} = \frac{R_1}{R_2} \qquad \frac{V_{bc}}{V_{cd}} = \frac{R_2}{R_3} \qquad \frac{V_{cd}}{V_{ab}} = \frac{R_3}{R_1}$$

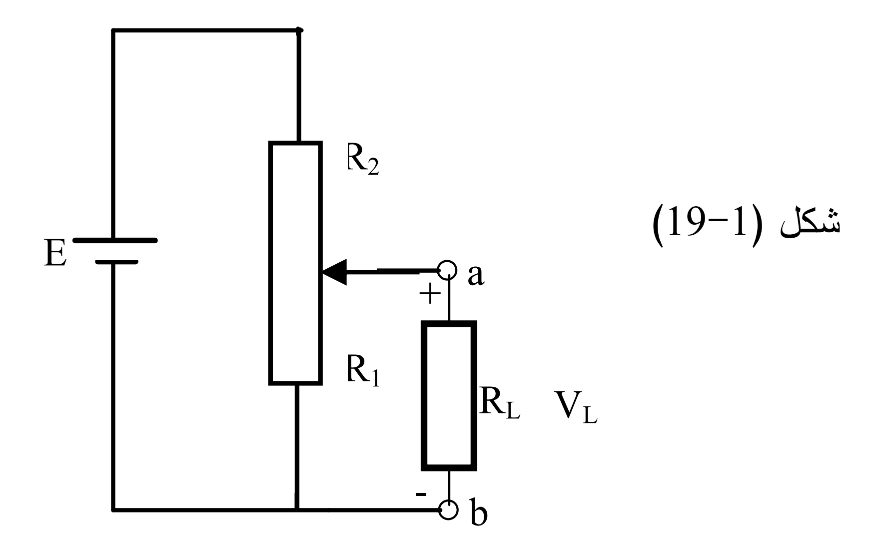
وإذا كانت المقاومة متغيرة كما هو موضح بشكل (1−18)

حيث تتغير قيم المقاومتين R_1 , R_2 حسب مكان المنزلق عليها ، فإن جهد الخــرج V يتحــدد بنفس الأسلوب السابق

$$V = \frac{E.R_1}{(R_1 + R_2)}$$

شكل (1− 18)

وفي حالة توصيل مقاومة R_L على أطراف الخرج أى الاطراف a , b تصبح الدائرة كما في شكل (1−19) وتمثل R_L حمل كهربي يتغذى من الجــهد



شكل (1−19)

بين الاطراف a , b في هذه الحالـــــــــة تكــون المقاومتــان R_1 , R_L متــصلتين علـــى التـــــوازى أى أن القيمة المكافئة لهما هي :

$$R_{1L} = \frac{R_1 . R_L}{R_1 + R_L}$$

وتكون المقاومة الكلية على المصدر E هي

$$R_t = R_{1L} + R_2$$

ويكون الجهد على مقاومة الحمل R_L والذى هو في نفس الوقت الجهــد علـــى المقاومـــة R_1 هـــو:

$$V_L = \frac{E \ R_{1L}}{R_t}$$

مثال : في الدائرة الموضحة بالشكل (1−20)

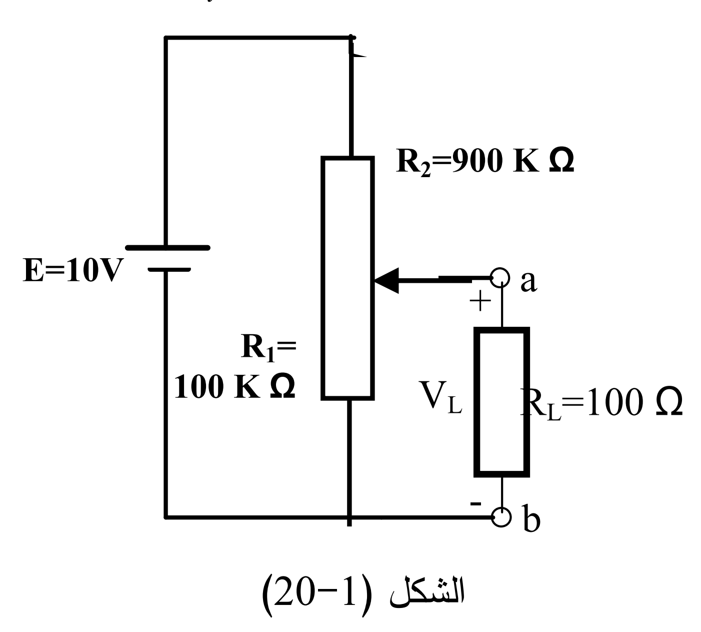
جهد المصدر = E = 10 V

المقاومة : $R_1 = 100 \ K\Omega$

المقاومة : $R_2 = 900 \ K\Omega$

مقاومة الحمل : $R_L = 100\Omega$

احسب قيمة جهد الحمل V_L



الشكل (1−20)

الحل :

$$R_{1L} = \frac{R_1 \ R_L}{R_1 + R_L} = \frac{100\times10^3 \left(100\right)}{100\times10^3 + 100} = 99.9\,\Omega$$

$$R_t = R_{1L} + R_2 = 99.9 + 900\times10^3 \cong 900\times10^3 \ \Omega$$

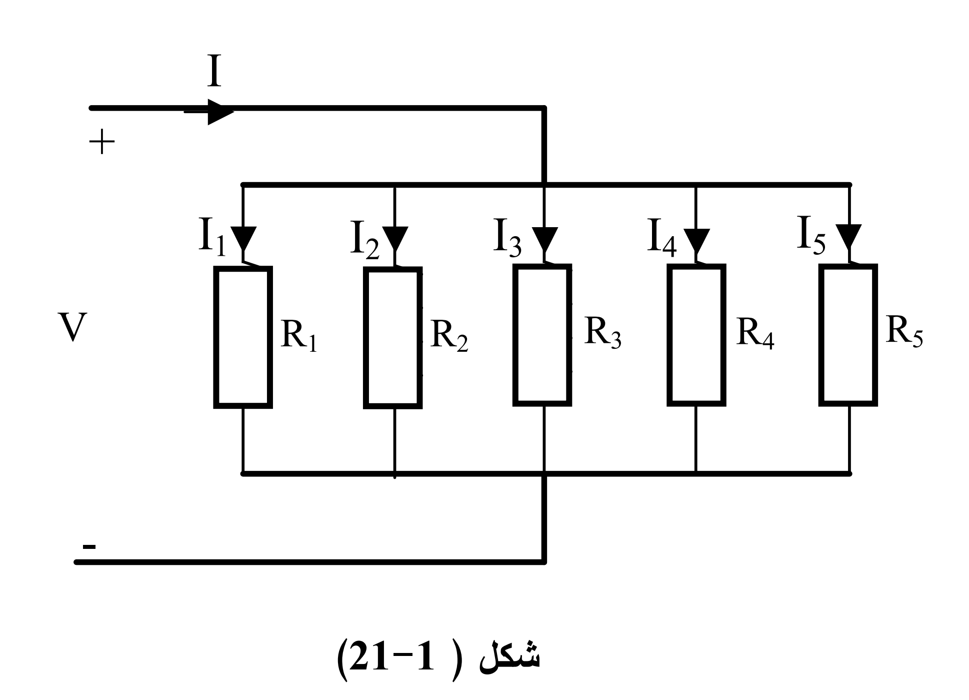
$$V_{1L} = \frac{R_{1L} . E}{R_t}$$

$$=\frac{99.9(10)}{900\times10^{3}+99.9}=1\times10^{-3}\,V=1mV$$

وهى قيمة صغيرة جداً إذا قورنت بقيمة جهد المصدر $E = 10\ V$

مقسمات التيار :

إذا تم توصيل مجموعة من المقاومات على التوازي كما في فـــي شـــكل(1−21) فـــإن التيار الكلي الداخل للمجموعة يتم تجزئته وتوزيعه على المقاومات بحيث أن المقاومة الأصـــغر يمر فيها تيار أكبر.



شكل (1−21)

وحيث أن المقاومات متصلة على التوازي فإن فرق الجهد بين أطرافها يكون متساوياً

وإذا كانت المقاومة الكلية لمجموعة المقاومات هى R_t وفـــرق الجهـــد بـــين أطـــراف المقاومات هو V فإن التيار الكلي الداخل للمجموعة يكون

$$I=\frac{V}{R_t}$$

$$V = I . R_t ---------- (I)$$

ويمكن التعبير عن V بدلالة قيم المقاومات والتيارات المارة فيها على النحو التالي:

$$V = 1_1 . R_1 = I_2 \ R_2 = I_3 \ R_3 = I_4 \ . R_4 = I_5 \ R_5 ------- (II)$$

ومن المعادلتين I، II نحصل على:

$$I_1 = \frac{R_t}{R_1} I \qquad I_2 = \frac{R_t}{R_2} I \qquad I_3 = \frac{R_t}{R_3} I \qquad I_4 = \frac{R_t}{R_4} I \qquad I_5 = \frac{R_t}{R_5} I$$

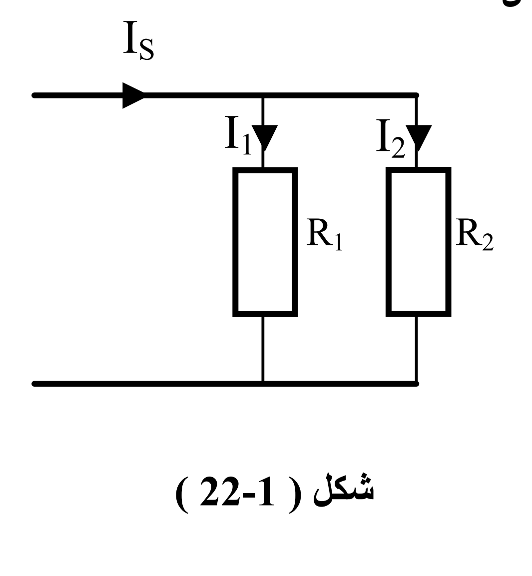
أى أن التيار في أى مقاومة من مجموعة المقاومات المتصلة علـــى التـــوازي يـــساوى حاصل ضرب المقاومة الكلية في التيار الكلي مقسوماً على قيمة المقاومة المراد تحديد التيـــار فيها ويلاحظ أيضاً أنه كلما قلت المقاومة يزيد التيار الذى يمر بها والعكس صحيح .

<u>مثال :</u> احسب التيار I_2 في الدائرة بالشكل (1-22)

حيث:

$$I_S = 6A \qquad R_2 = 8 K\Omega \qquad R_1 = 4 K\Omega$$

الحل :



شكل (1-22)

$$R_t = \frac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_t = \frac{4 \times 8}{4 + 8} = 2.67 K\Omega$$

$$I_2 = \frac{R_t}{R_2} \times I_S$$

$$= \frac{2.67 \times 6}{8} = 2 A$$

مثال: في الدائرة الموضحة بشكل (1−23)



أحسب التيارات $I_3, I_2, I_1,$

حيث أن :

$$R_3 = 6\Omega \qquad R_2 = 3\Omega \qquad R_1 = 1\Omega$$

الحل:

الموصلية الكلية للمقاومات

شكل (1-23)

$$G_t = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$= 1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = 1.5 \qquad mho$$

وبالتالي تكون المقاومة الكلية R_t:

$$R_t = \frac{1}{G_t}$$

$$R_t = \frac{1}{1.5} = \frac{2}{3}\Omega$$

$$I_1 = \frac{R_t}{R_1}.I = \frac{\left(\frac{2}{3}\right)\times(9)}{1} = 6\,A$$

$$I_2 = \frac{R_t}{R_2} I = \frac{\left(\frac{2}{3}\right)\times(9)}{3} = 2A$$

$$I_3 = \frac{R_t}{R_3} I \qquad = \frac{\left(\frac{2}{3}\right)\times(9)}{6} = 1A$$

تحقيق:

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3$$
$$= 6 + 2 + 1 = 9\,A$$

مقننات القدرة للمقاومات :

القدرة عموماً هى دلالة على مدى كمية الشغل الذى يتم بذله في فترة زمنية معينة . أى أن القدرة هى معدل بذل الشغل .

ويرمز للقدرة بالرمز P ، وهناك عدة صورة لقيمة القدرة

(1) $P = I.\,V.$

ومن قانون أوم $\because\ I = \dfrac{V}{R}$

(2) $P = \dfrac{V}{R}.V = \dfrac{V^2}{R}$

$$\therefore P = \frac{V^2}{R}$$

(3) $P = I.IR = I^2 R$

ويدل ذلك على أن القدرة التي تفقد فى المقاومة يمكن الحصول عليها من قيمـــة التيـــار وقيمة المقاومة .

أما إذا كان فرق الجهد على أطراف المقاومة معلوماً وكذلك التيار الذي يسرى خلالهـــا ويمكن من المعادلة P = I V لتحديد القدرة التي تستهلكها المقاومة والقدرة التـــي تنتقـــل إلـــى المقاومة تتحول إلى حرارة ويتم فقدها . وفى حالة استخدام بطارية في دوائر التيـــار المـــستمر وكان جهدها (ق . د . ك) هو E والتيار الخارج منها I فإن القدرة التي تزود البطارية بها الدائرة تكون P = E I .

<u>**مثال :**</u> احسب القدرة التي تستهلكها مقاومة مقدارها 5 أوم إذا كان التيار المار فيها 4 أمبير.

الحل :

$$P = I^2 . R$$

$$= (4)^2 (5) = 80 W$$

والوحدة الأساسية لقياس القدرة هى الوات وفي بعض التطبيقات في الهندسة الكهربية تكون هذه الوحدة صغيرة جداً وبالتالي تستخدم وحدات عبارة عن مضاعفات الوات مثل الكيلووات K . W وهو الف وات أو الميجاوات M W وهو مليون وات . وفي التطبيقات الالكترونية تنشأ الحاجة الى وحدات أصغر من الوات وفي هذه الحالة تستخدم وحدة المللي وات m.W. وتقاس القدرة بإستخدام جهاز الواتميتر .

1-5 تأثير الحرارة على المقاومة :

تؤثر درجة الحرارة على قيمة المقاومة . فالمعادن النقية كالنحاس والألمونيوم تزيد مقاومتها بإرتفاع درجة الحرارة وذلك لأن درجة الحرارة تسبب زيادة طاقة الالكترونات الحرة فتزيد سرعتها ولذلك يزداد تصادمها مع أيونات المعدن فتزداد مقاومتها لمرور هذه الالكترونيات .

أما الكربون والمحاليل وأشباه الموصلات فتقل مقاومتها بإرتفاع درجة الحرارة وهناك بعض السبائك مثل المنجانين (85% نحاس + 12% منجنيز + 3% نيكل) والكونستنتان (58 % نحاس أحمر ، 41% نيكل ، 1% منجنيز) فتتغير مقاومتها تغييراً صغيراً نسبياً ويمكن إهمال هذا التغير عند حد معين لدرجة الحرارة ولذلك تستخدم مثل هذه السبائك فى صنع المقاومات القياسية .

يمكن التعبير عن تغير المقاومة بتغير درجة الحرارة بمعامل يطلق عليه إسم المعامل الحراري للمقاومة ويرمز له بالرمز α

أ- تعريف المعامل الحراري للمقاومة :

هو مقدار التغير في قيمة مقاومة موصل مقدارها 1 أوم عندما تتغير درجة حرارته واحد درجة مئوية .

فإذا كان الموصل له مقاومة ابتدائية R_1 وأرتفعت درجة حرارته منT_1 ^{5} إلى T_2 ^{5}

فإن التغير في المقاومة يمكن تعيينه من العلاقة :

$$R_2 = R_1 \left[1 + \alpha\left(t_2 - t_1\right)\right]$$

حيث: R_2 قيمة المقاومة عند درجة حرارة قدرة $^5T_2$ م

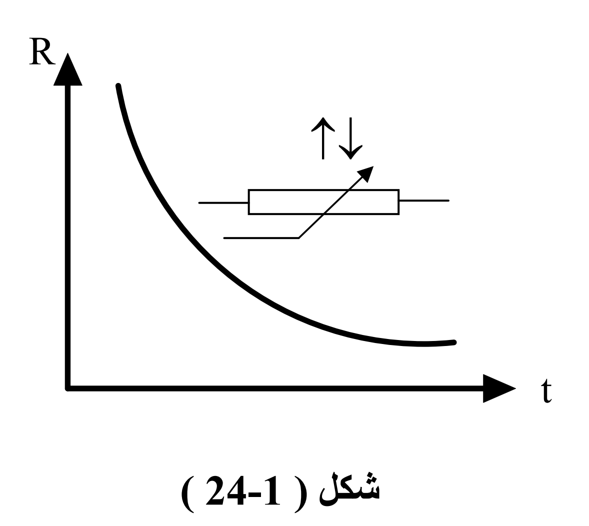
R_1 قيمة المقاومة عند درجة حرارة قدرها $^5T_1$ م

(α) المعامل الحراري لمادة المقاومة .

ب- المقاومة ذات المعامل الحراري السالب (N T C)

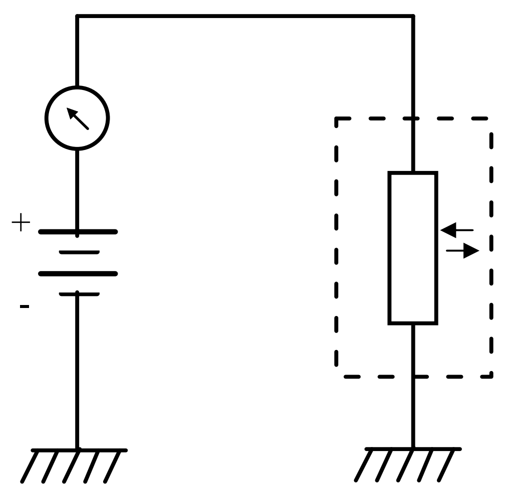
هى المقاومة التى تقل قيمتها بزيادة درجة الحرارة مثل الكربون وأشباه الموصلات وتسمى هذه المواد بالموصلات الساخنة أى المواد التي تزيد موصليتها بإرتفاع درجة حرارتها ويرمز لها بالرمز ↓↑

والشكل (1-24) يبين منحنى تغير مقاومة هذه المواد مع درجة الحرارة ، وتتخذ درجات الحرارة التي يتم تشغيل المعدات التى بها مقاومة حرارية ذات معامل مقاومة حرارى سالب المدى يبدأ من 50 ^{5} وحتى 400 ^{5}م تقريباً وتستخدم هذه الأنواع من المقاومات في أجهزة القياس الكهربية ومحولات الطاقة الصغيرة المستخدمة لقياس الحرارة ، وعلى سبيل المثال تستخدم كعنصر حساس للحرارة لقياس درجة حرارة ماء التبريد بالنسبة لمحركات السيارات (ماء الرادياتير) عن طريق ما يسمى بأمبير الحرارة .



شكل (1-24)

وشكل (1−25) يوضح دائرة لقياس درجة حرارة مياة تبريد محرك السيارة باستعمال مقاومة (N T C) يدرج جهاز الأمبير بحيث يكون مؤشر الجهاز قريبا من الصفر في حالة المياه الباردة .

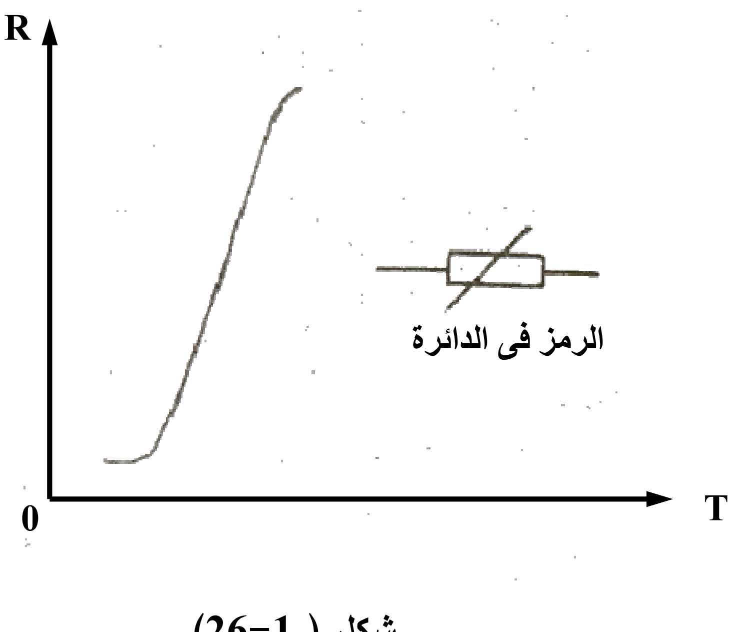


شكل (1−25)

عندما تسخن المياه تسخن أيضا مقاومة (N T C) فتقل قيمة المقاومة الحرارية ويسرى التيار في جهاز القياس وكلما زادت الحرارة كلما قلت المقاومة وإزدادت قراءة جهاز القياس . أى أننا في هذه الحالة قمنا بتحويل الاشارات الحرارية إلى إشارات كهربية يمكن التعرف عليها من خلال جهاز القياس سواء كان تناظرياً أو عددياً .

جـ - المقاومة الحرارية ذات معامل المقاومة الحراري الموجب (P T C) :

توجد أنواع من أشباه الموصلات عندما ترتفع درجة حرارتها من 50^5 م إلى 150^5 م فإنها تزداد مقاومتها فجأه . وقد تم الإستفادة من هذه الخاصية فى صنع المقاومات الحرارية ذات معامل المقاومة الحرارى الموجب (P T C) والشكل (1−26) يبين سلوك مثل هذه المقاومات عندما ترتفع درجة حرارتها . ونظراً لهذا التغير السريع في قيمة المقاومة عبر هذا المدى القصير إلى حد ما من درجات الحرارة فقد يطلق على مثل هذا النوع من المقاومات اسم (المقاومة الحرارية اللحظية ذات معامل المقاومة الحراري الموجب)



شكل (1−26)

وتستعمل المقاومات الحرارية ذات معامل المقاومة الحراري الموجب (P T C) فى الـــدوائر الالكترونية عندما يراد حجب المغناطيسية بالنسبة لشاشة التلفزيون الملون – فللمحافظة علـــى تسجيل اللون الصحيح يجب أن تتكرر عمليات محو المغناطيسية من علـــى صـــمام الـــشاشة، وأنسب وقت للقيام بهذه العملية هو عند بدء تشغيل جهاز الاستقبال.

وتوصل المقاومة الحرارية (P T C) على التوالي مع ملفات محو المغناطيـــسية مـــن صمام الشاشة، ونظراً لبرودة المقاومة (P T C) عند بدء تـــشغيل جهـــاز الاســـتقبال فـــإن مقاومتها تكون منخفضة لينساب تيار متغير ذو قيمة كبيرة في دوائر الملفات والمقاومة

(P T C) وبسب الحرارة المتولدة عن هذا التيار تصل المقاومة الحرارية (P T C) إلـــى درجة الحرارة الفاصلة فتصل قيمة المقاومة لقيمتها العظمى في هذه اللحظة ويؤدي هذا بالتالي إلى سرعة انخفاض قيمة التيار المار في ملفات محو المغناطيسية وهو التأثير المرغوب بالنسبة لصمام شاشة التلفزيون.

1- 6 المكثفات الكهربية Electric Capacitors

مقدمة:

المكثف عنصر هام من عناصر الدوائر الإلكترونيـــة والكهربية إذ انه الوحـــدة القـــادرة على تخزين الشحنات الكهربية وتفريغها .

ويرمز له في الدوائر الالكترونية كما في شكل (1-27) ولكل مكثف سعة، وتعرف السعة بأنها الخاصية التي تمكن الاجسام الموصلة من تخزين الشحنات الكهربية وتقاس بالفاراد .

شكل(1-27) رمز المكثف الكهربي

وبالتالي فإن سعة المكثف تقاس بالشحنة الكهربية اللازمة لرفع الجهد بين طرفيه فولـــت واحد . وكلما زادت الشحنة المخزنة بالمكثف كلما زاد فرق الجهد بين طرفيه . وبذلك يمكـــن كتابة العلاقة .

سعة المكثف = الشحنة الكهربيـــة (بالكولوم) / فرق الجهـــد (بالفولت) ....فاراد

$$C = \frac{Q}{V} \quad \text{Farad}$$

حيث: C سعة المكثف بالفاراد

Q هى الشحنة الكهربية بالكولوم

V هو فرق الجهد بين طرفي المكثف بالفولت

والفاراد وحدة كبيرة جداً للسعة لذا تستعمل وحدات أصغر هي :

الميكرو فاراد	µF	= 10^{-6} فاراد
النانو فاراد	nF	= 10^{-9} فاراد
البيكو فاراد	pF	= 10^{-12} فاراد

وتستخدم المكثفات ذات السعات الصغيرة في الهندسة الالكترونية . بينما تستخدم المكثفات بقيم كبيرة في أغراض هندسة القوى الكهربية والشبكات .

*** تركيب المكثف ونظرية عمله :**

يتركب المكثف كما في شكل (1−28) من لوحين معدنيين من مواد موصلة بينهما وسط عازل . فإذا وصل لوحا المكثف بمنبع تيار مستمر فإنه ينشأ بينهما مجال كهربي يعمل على استقطاب ذرات المادة العازلة حيث تتجمع الالكترونات في المدارات الخارجية للذرات في اتجاه القطب الموجب فتتنافر مع الالكترونات الحرة باللوح المعدنى فتنطلق هذه الالكترونيات ناحية القطب الموجب تاركه وراءها اللوح المعدنى مشحوناً بشحنة موجبة . وفي الناحية الأخري تتجذب الالكترونات الحرة باللوح السالب ناحية الشحنات الموجبة للمادة العازلة مسببة تراكم الشحنات السالبة على اللوح السالب. وحركة الالكترونات في اتجاه القطب الموجب وفي اتجاه اللوح السالب السابق شرحها تسبب مرور تيار الشحنة الكهربية الذى يتوقف عندما يصل تراكم الشحنات الى القيمة المناظرة لسعة المكثف .

شكل (1- 28)

ويسمى المكثف باسم الوسط العازل فيقال مثلاً مكثف هوائي أو مكثف ورقي أو مكثف سيراميك أو مكثف ميكا وهكذا ... وهذه المكثفات غير مستقطبة أى توصل بالدائرة من أى من الطرفين دون التقييد بطرف موجب وآخر سالب .

أما المكثفات الكيمائية أو الالكتروليتية فإنها مستقطبة أى أن لها طرف موجب وآخر سالب ويجب العناية بعدم التوصيل الخاطيء لها .

العوامل التي تتوقف عليها سعة المكثف :

تتوقف سعة المكثف على العوامل الآتية:

1- مساحة الألواح بالسنتيمتر المربع (a)

2- المسافة بين الألواح بالسنتيمتر (d)

3- سماحية المادة العازلة ε (ε حرف أغريقي ينطق إبسلون) وبذلك تكون :

$$\text{سعة المكثف} = \frac{\text{مساحة الألواح} \times \text{سماحية المادة العازلة}}{\text{المسافة بين الألواح}}$$

$$C = \frac{\varepsilon . a}{d}$$

وسماحية العزل للمادة = سماحية الفراغ $\varepsilon_{\circ}$ × الثابت النسبى للمادة العازلة K

حيث ($\varepsilon_{\circ} = 8.85 \text{ X } 10^{-12}$) مقاسه بالكولوم / فولت. متر .

أو ($\varepsilon_{\circ} = 8.85 \text{ X } 10^{-14}$) مقاسه بالكولوم / فولت . سنتيمتر .

وبذلك تكون السعة:

$$C = \frac{8.85 \times 10^{-14}\, a\, k}{d}$$

وثابت العزل K يسمى السماحية النسبية للمادة العازلة والجدول الآتي يبين قيم ثابت العزل لبعض المواد الشائعة الاستخدام فى المكثفات .

السماحية النسبة K	المادة	
1.0005	الهواء	1
2 – 2.5	الورق الجاف	2
3–2	شريط بوليسترين	3
7–3	ميكا	4
6–4	ورق مشرب	5
100–6	خزف	6

أنواع المكثفات :

تنقسم المكثفات من حيث السعة إلى:

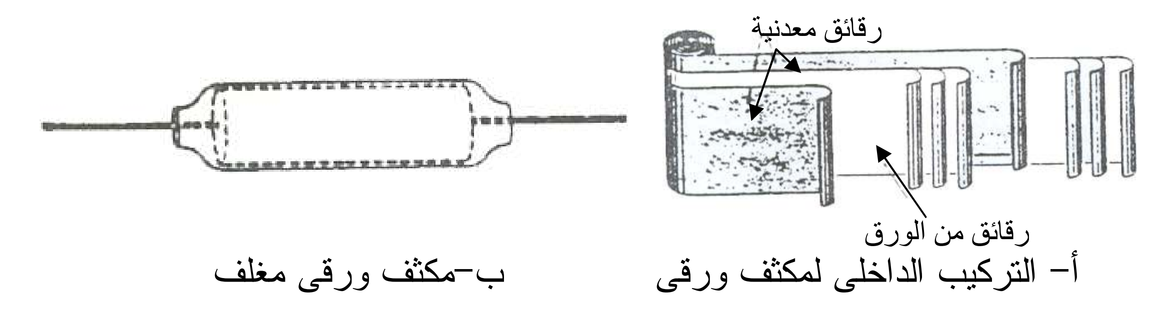
1- **مكثفات ثابتة السعة:** وهى التي لا تتغير السعة بها نظراً لثبات الألواح بالنسبة لبعضها البعض وكذلك ثبات المسافة بين الألواح مثل المكثفات الورقية والمكثفات الالكتروليتية ومكثفات الميكا ومكثفات السيراميك ... الخ .

2- **مكثفات متغيرة السعة:** مثل المكثفات الهوائية والمكثفات ذات التغير الدقيق

1- المكثفات ذات السعة الثابتة :

أ – المكثفات الورقية أو البلاستيكية :

شكل (1- 29- أ) يبين تركيب المكثفات الورقية أو البلاستيكية حيث تتركب من رقيقتين معدنيتين من الألمونيوم كل منهما متصلة بأحد الأطراف وتوضع بينهم رقائق من الورق المشبع بمادة عازلة أو رقائق من البلاستيك ثم تلف معا وتغلف بغلاف خارجى كما فى شكل (1-29- ب) .



شكل (1-29) مكثف ورقى مغلف

ب – مكثفات الميكا :

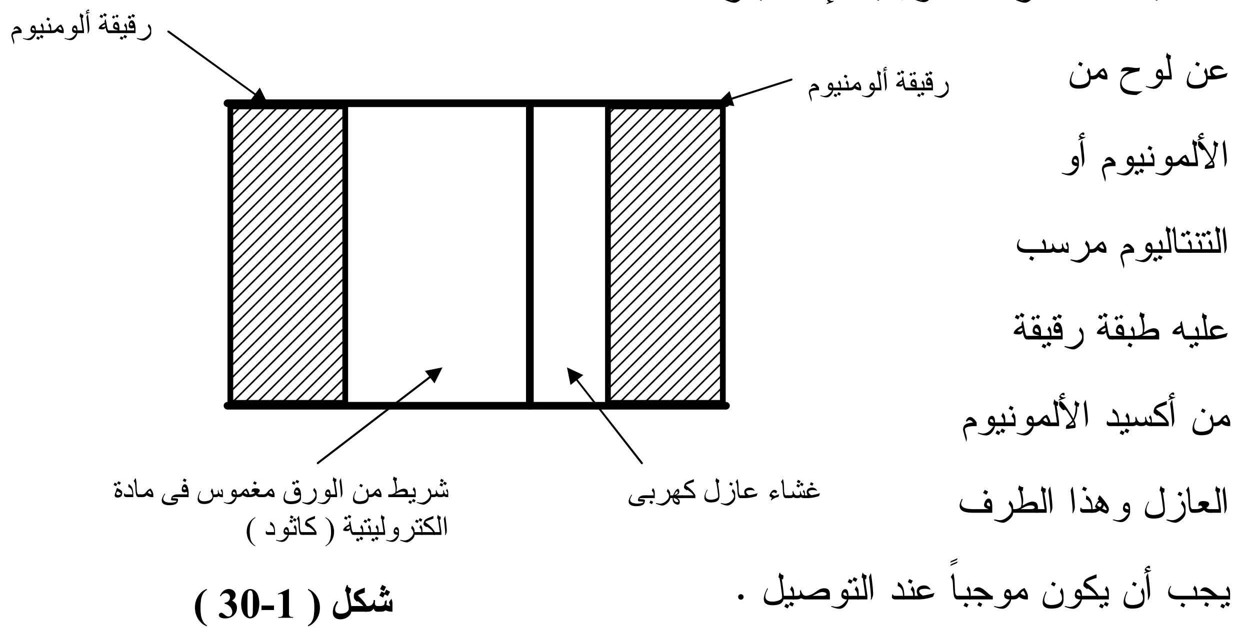
تصنع من رقائق معدنية توضع بينهما ألواح الميكا حيث تشكل على هيئة مكثف متعدد الالواح بحيث يتم ربطها كلها لتكون وحدة متماسكة .

جـ- المكثفات السيراميكية :

تتكون هذه المكثفات من أقراص من السيراميك مطلية من أحد أوجهها بمادة معدنية "فضة البا" ثم تغلف بمادة راتنجية (صمغية) ويتصل بطرفيها أوجه المكثف .

د- المكثفات الالكتروليتية :

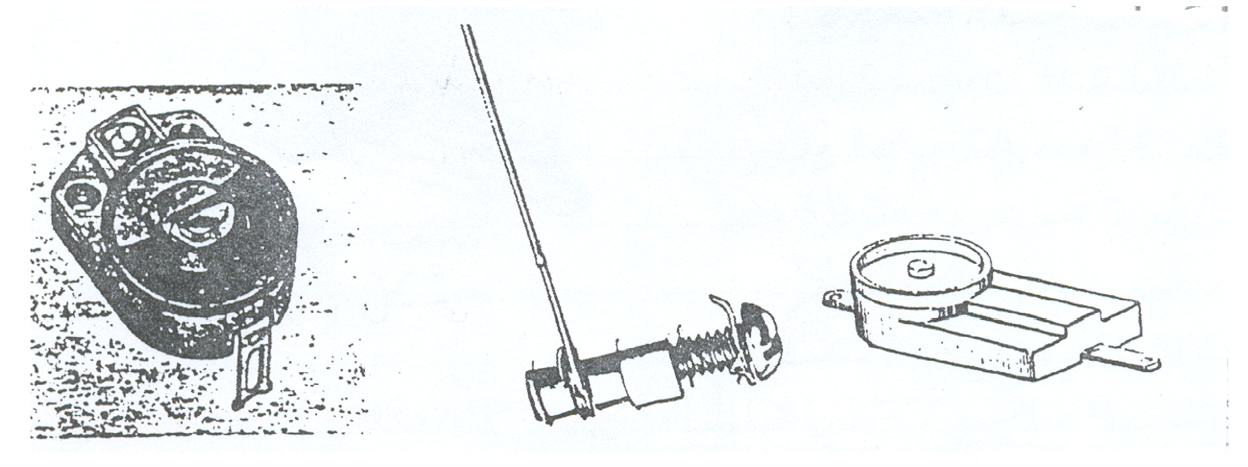
المكثفات الالكتروليتية هى مكثفات مستقطبة حيث أن أحد طرفيها عبارة عن شريط من الورق المغموس فى مادة الكتروليتية شكل (1-30) وبالتالي يجب أن يكون متصل بالطرف السالب أما الطرف الموجب فإنه عبارة عن لوح من الألمونيوم أو التنتاليوم مرسب عليه طبقة رقيقة من أكسيد الألمونيوم العازل وهذا الطرف يجب أن يكون موجباً عند التوصيل .



شكل (1-30)

المكثفات ذات السعة المتغيرة :

في هذه المكثفات تتحرك بعض الألواح المعدنية بالنسبة لبعضها الآخر مما يغير مساحة الالواح المواجهة لبعضها البعض أو بتغيير المسافة بين الألواح وبعضها مما يؤدى إلى تغير سعة المكثف .



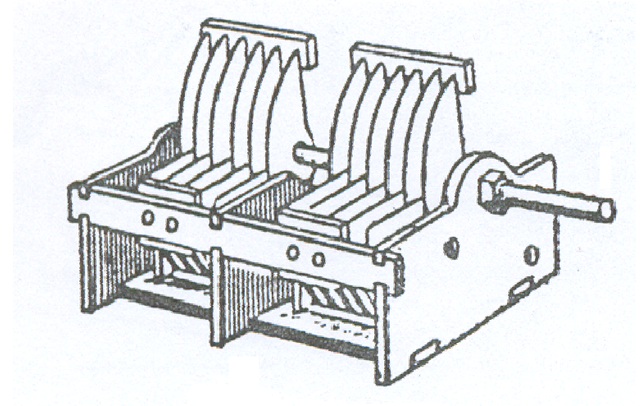
شكل (1- 31) المكثفات ذات السعة المتغيرة للضبط الدقيق

أ- المكثفات ذات السعة المتغيرة للضبط الدقيق Trimmer Capacitor

المادة العازلة فى هذه المكثفات قد تكون من الخزف أو الهواء ويتم فيها تحريك الألواح بالنسبة لبعضها لتغيير مساحتها أو لتغيير البعد بينهما باستخدام المفك ويبين شكل (1-31) هذا النوع .

ب – المكثفات متغيرة السعة الهوائية :

تتكون من مجموعة من الالواح المتحركة حول محورها وأخرى ثابتة كما هو يوضح بشكل (1-32) وكل مجموعة مكونة من أنصاف دوائر وهذا يتيح تغيراً كبيراً في مساحة الالواح المواجهة لبعضها البعض وبالتالي تحدث تغيراً كبيراً في سعة المكثف .



شكل (1-32) مكثف هوائى متغير السعة

المواصفات القياسية للمكثفات :

تحدد المواصفات القياسية للمكثفات القيم الهامة التى يمكن على أساسها اختيـــار مكثـــف معين عند تصميم دائرة الكترونية وهى :-

1- نوعية العازل Dielectric

2- السعة Capacitance

وتحدد بالميكروفاراد وتتوافر المكثفات بسعات مختلفة تتوقف على نوع المـــادة العازلـــة فهى تتراوح من جزء من البيكو فاراد لمكثفات الميكـــا والـــسيراميك إلـــى 10^5 ميكروفـــاراد للمكثفات الالكتروليتية .

3- نسبة السماح في السعة :

يعبر عن نسبة السماح في السعة بنفس الرموز التى تعبـــر عـــن نـــسبة الـــسماح فـــي المقاومات ولكن في كثير من الأحيان تكون نسبة السماح كبيرة أو غير متساوية حـــول القيمـــة الإسمية في السعة . إذ أن بعض المكثفات الالكتروليتية لها نسب سماح تتراوح بين 10% إلـــى 50% وعادة ما تذكر هذه القيمة ضمن مواصفات الشركة المصنعة لهذه المكثفات.

4- مقنن الجهد Rated Voltage

وتكتب هذه القيمة بالفولت على المكثف نفسه ومن المهم مراعاة هذه القيمة عند استخدام أو إستبدال المكثف في أى دائرة وخاصة المكثفات الكيميائية . ويمكن استبدال مكثف في دائـــرة بآخر مقنن جهده أعلى والعكس غير صحيح .

5- الجهد المعكوس Reverse Voltage

يجب الاهتمام بقطبيه المكثف عند التوصيل حيث أن عكس الاقطاب يؤدي إلى انفجـــار المكثف الالكتروليتى .

ويحدد الجهد المعكوس للمكثف الحد الأقصى للجهد عند عكس الأقطاب وكمثال فمكثـــف التنتاليوم يمكن أن يتحمل جهد معكوس حتى 1.5 فولت فقط .

6- مدى درجات الحرارة Temperature range

معظم المكثفات تتحمل درجة حرارة تشغيل من – 40 ^{5}م إلى 85 ^{5}م إلا أن بعض المكثفات يمكن تشغيلها عند درجات حرارة تصل إلى 125 ^{5}م أو تقل حتى- 55 ^{5}م ويجب مراعاة درجة حرارة التشغيل وخاصة عند استخدام المكثف في الدوائر الخاصة بالأفران .

7- الممانعة بالأوم Impedance

8- معامل التغير في درجة الحرارة Temperature Coefficient

وتقاس بأجزاء المليون لكل درجة مئوية **PPM / ^{o}C**

9- فاقد العزل dielectric Losses

وهى التي تحدد زاوية الطور للتيار بالنسبة لجهد الأطراف .

10- عمر المكثف ويقاس بساعات التشغيل Life Time (hrs)

11- جهد العزل ويقاس بالفولت Insulation Voltage

12- تيار التسرب ويقاس بالمايكرو أمبير Leakage Current

توصيل المكثفات على التوالي:

يوضح شكل (1-33) ثلاثة مكثفات متصلة على التوالي . يمر نفس تيار الشحن في الثلاث مكثفات فإذا كانت شدة هذا التيار

شكل (1- 33)

هى I ويمر لمدة زمنية T فإن الشحنة التي تتجمع على كل مكثف تكون

$$Q = Q_1 = Q_2 = Q_2$$

ونتيجة لتواجد شحنة كهربية على كل مكثف يتولد بين طرفيه فرق جهد .

وإذا كان V_3, V_2, V_1 هى فروق الجهد الناتجة بين طرف كل مكثف من المكثفات الثلاثة حيث :

$$V_1 = \frac{Q}{C_1} \qquad V_2 = \frac{Q}{C_2} \qquad V_3 = \frac{Q}{C_3}$$

وإذا كان جهد المصدر

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = \frac{Q}{C_t}$$

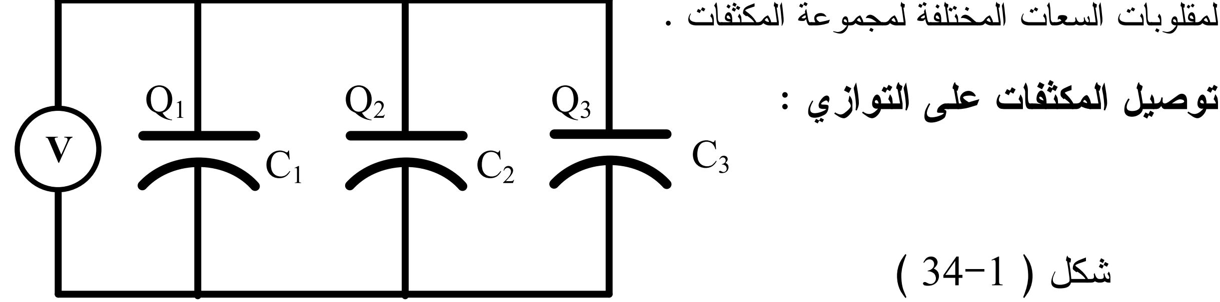
$$\frac{Q}{C_t} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3}$$

بقسمة المعادلة على Q

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

أى أن مقلوب سعة المكثف المكافيء لمجموعة مكثفات متصلة على التوالي يساوى المجموع الجبري لمقلوبات السعات المختلفة لمجموعة المكثفات .

توصيل المكثفات على التوازي :



شكل (1−34)

يبين شكل (1−34) ثلاثة مكثفات متصلة على التوازي مع مصدر للجهد مقدارة V ،فرق الجهد بين طرفـــي كل مكثف يساوى V ونفرض أن الشحنات على المكثفات هى Q_3 , Q_2 , Q_1

$$Q_1 = C_1 V$$
$$Q_2 = C_2 V$$
$$Q_3 = C_3 V$$

فإذا كانت C_t تمثل سعة المكثف المكافئ لمجموعة المكثفات المتصلة على التوازي فإن Q_t هىQ_t الشحنة على هذا المكثف فيكون :

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3$$
$$Q_t = C_t V$$

$$C_t V = C_1 V + C_2 V + C_3 V$$

بالقسمة على V

$$C_t = C_1 + C_2 + C_3$$

وبذلك تكون السعة المكافئة لمجموعة سعات متصلة على التوازي مساوية للمجموع الجبــرى لهــذه السعات .

توصيل المكثفات على التضاعف (المركب):

وهى مجموعة أفرع يتم التعامل معها كما في المقاومات حتى نحصل على السعة المكافئة .

أمثلة محلولــة

مثال 1 : ثلاثة مكثفات سعتها 2 ، 1 ، 4 ميكروفاراد متصلة على التوازي مع مصدر للجهــد قيمتــه 220 فولت . احسب قيمة السعة المكافئة . احسب كذلك قيمة الشحنة الموجودة على كل مكثف.

الحل:

نفرض أن السعة المكافئة = C_t

$$C_t = C_1 + C_2 + C_3$$

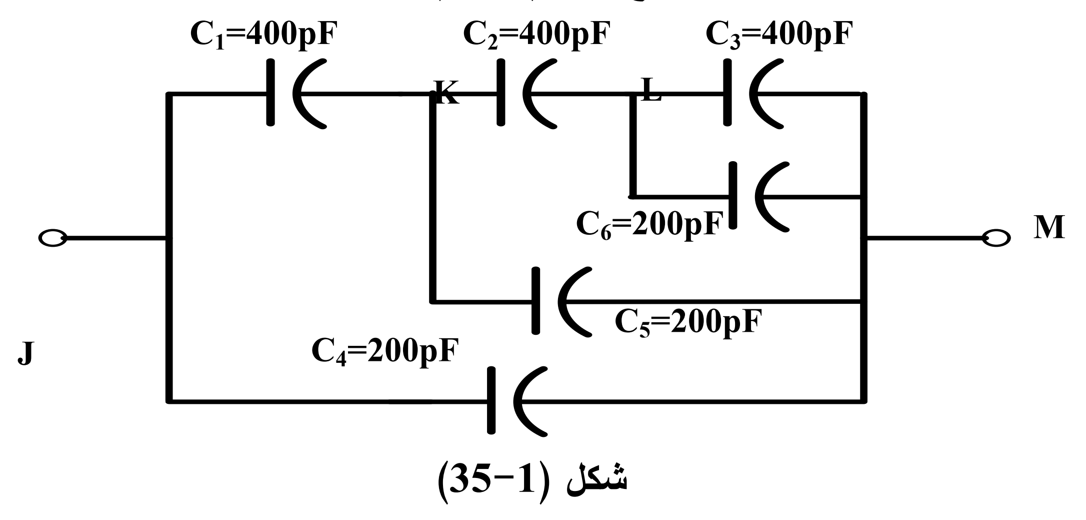
$$= 2 + 1 + 4 = 7\ \mu F$$

$$Q_1 = C_1 . V = (2\times10^{-6})(220) = 440\ \ \mu\ \text{Col}$$

$$Q_2 = C_2 . V = (1\times10^{-6})(220) = 220\ \ \mu\ \text{Col}$$

$$Q_3 = C_3 . V = (4\times10^{-6})(220) = 880\ \ \mu\ \text{Col}$$

<u>مثال 2 :</u> ستة مكثفات متصلة كما هو موضح بشكل (1−35) احسب السعة المكافئة بين الطرفين M , J .



شكل (1−35)

الحل :

نفرض أن C_{LM} هى محصلة C_6 , C_3

$$C_{LM} = C_3 + C_6$$

$$= 400 + 200 = 600 \text{ p F}$$

نفرض أن C_{KLM} هى محصلة C_{LM} ، C_2 المتصلتان على التوالي :

$$C_{KLM} = \frac{400 \times 600}{400 + 600} = 240 \text{ P F}$$

نفرض أن C_{KM} هى محصلة C_5, C_{KLM} المتصلتان على التوازي.

$$C_{KM} = C_3 + C_{KLM}$$

$$= 200 + 240 = 440 \text{ PF}$$

نفرض أن C_{JKM} هى محصلة C_1, C_{km} المتصلتان على التوالي.

$$C_{JKM} = \frac{400 \times 440}{400 + 440} = 209.5 \text{ p F}$$

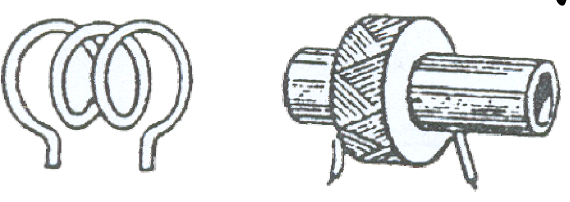
وبالتالي تكون المحصلة الكلية بين الطرفين M, J هى C_{JM}.

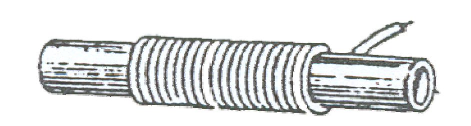
$$C_{JM} = 209.5 + 200$$

$$= 409.5 \text{ p F}$$

7-1 الملفات – تعريفها – أنواعها – استخداماتها :

مقدمة :





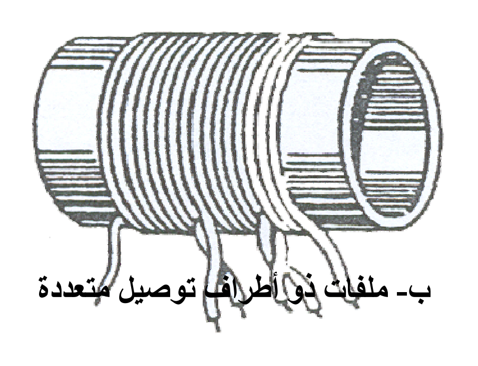
أ- ملفات احادية

تعتبر الملفات الحثية من العناصر الالكترونية والتي تستخدم بكثرة في الدوائر الالكترونية المختلفة .

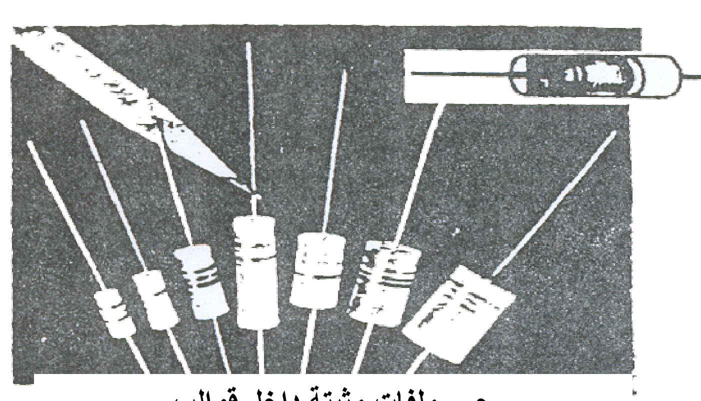
التركيب :

يتركب الملف الحثى من :

1- ملفات سلكية : من النحاس الأحمر المعزول بأقطار مختلفة، وقد تكون ملفوفة بعدد قليل من اللفات القليلة المتباعدة عن بعضها بطول معين أو تكون بعدد كثير من اللفات وقد تكون أحادية ذات طرفين فقط كما هو مبين بشكل (1-36- أ) أو متعددة الأطراف كما هو مبين بشكل (1-36- ب) وقد تكون مثبتة داخل قوالب كما هو مبين بشكل (1-36- جـ)



ب- ملفات ذو أطراف توصيل متعددة



جـ - ملفات مثبتة داخل قوالب

شكل (1-36)

2- القلب :

تختلف الملفات الحثية من حيث نوع القلب فمنها:

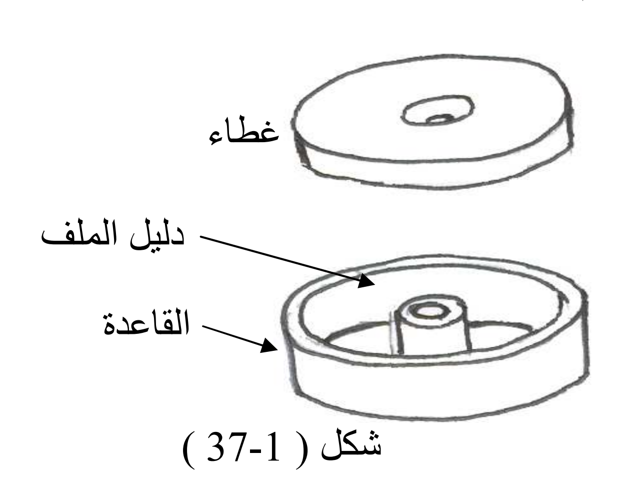
أ- **القلب الهوائي** : حث تلف الملفات على اسطوانة مفرغه من الفبر او البكاليت ثم تسحب او تثبت داخل قوالب كما بشكل (1- 36 – جـ) .

ب- **قلب من رقائق الصلب السليكوني** لتقليل المفاقيد المغناطيسية والتيارات الاعصارية (الدوامية) حتى لا يسخن القلب الحديدي ويؤدي إلى تلف الملف .

ج- قلب مصنوع من برادة الحديد ومادة راتنجية وذلك للصق البرادة وتشكيلها تبعاً للشكل المطلوب وتصبح المقاومة الكهربية لهذه القلوب كبيرة جداً وبذلك تقل المفاقيد الناتجة عن التيارات الاعصارية والمغناطيسية .

د- قلوب الفيريتات: الفيريتات هى مواد أكسيدية لها خواص مغناطيسية مشابهة للحديد ولكنها تعتبر من الوجهة الافتراضية عوازل والقدرة المفقودة بها صغيرة جداً والقلوب المصنوعة من الفريتات قابلة للتقصف ولذلك فإنها تتحطم نتيجة للإستخدام غير السليم.

ويستخدم في كثير من الملفات قلوب من الفيريت على شكل وعاء مركب عليه غطاء شكل(1- 37) ويمكن ضبط محاثة الملف بتغير الفجوة الهوائية بين الغطاء والقاعدة أو بواسطة قلوظة الغطاء والقاعدة بحيث يمكن التحكم في طول الثغرة الهوائية – بواسطة تحريك الغطاء للداخل أو الخارج.



شكل (1-37)

خاصية الحث في الملفات:

عند مرور تيار كهربي في ملف حثى فإنه يسبب فيض مغناطيسي في قلب الملف. وتعرف قابلية الملف لإنتاج الفيض المغناطيسى بمعامل الحث الذاتي ويرمز له بالرمز (L) ووحداته هى الهنرى .

فإذا مر بملف عدد لفاته N لفة تيار كهربي شدته I أمبير فإنه ينتج فيض مغناطيسى بالملف قدرة Ø وبالتالي فإن معامل الحث الذاتي للملف يمكن إيجاده من العلاقة:

$$\text{معامل الحث الذاتي } (L) \quad \frac{\text{عدد لفات الملف } N \times \text{الفيض المغناطيسي } Ø}{\text{التيار المار في الملف } I}$$

$$L = \frac{N \times Ø}{I} \quad H$$

ونظرًا لأن الفيض المغناطيس يتناسب طردياً مع شدة التيار بالملف وعدد لفات الملف وعكسياً مع الممانعة المغناطيسية لقلب الملف فإنه يمكن استنتاج العلاقة

$$Ø = \frac{NI}{R_{mag}}$$

حيث R_{mag} هى ممانعة مسار الفيض للمجال المغناطيسى . وبالتعويض عنØ في معادلة الحث الذاتي نجد أن

$$L = \frac{N^2}{R_{mag}}$$

ونظراً لأن الممانعة المغناطيسية تتوقف على مسار الفيض المغناطيسي من حيث الطــول ومــساحة المقطع والمادة التي ينساب خلالها الفيض المغناطيسي ، فإن معامل الحث الذاتي L للملف يتوقف على شكل ونوع قلب الملف ومربع عدد لفاته . ويلاحظ أنه لا يتأثر بنوعية سلك الموصل أو خواصه الكهربية .

ويقاس معامل الحث الذاتي لملف بوحدة H هنــرى أو m.H مللــي هنــرى = 10^{-3} هنــرى أو ميكروهنرى = 10^{-12} هنرى أو ميكروهنرى μ H والميكروهنرى = 10^{-6} وكــذلك p H البيكــوهنرى = 10^{-12} هنرى وذلك لأن قيمة الهنري تعتبر قيمة كبيرة وغير عملية في الدوائر الالكترونية .

الممانعة الحثية للملف:

عند توصيل ملف حثى ذو معامل حث ذاتي (L) بمصدر كهربي متردد جهده V وتردده f هرتز فإن التيار المار به يكون أيضاً تياراً متردداً تردده f وتوضحه العلاقة V

$$V = \omega LI$$

$$\omega = 2 \pi f$$

$$\omega L = \frac{V}{I} \Omega$$

$$I = \frac{V}{\omega L} Amp$$

حيث π النسبة التقريبية = 3.14 أو $\frac{22}{7}$

وتسمي القيمة ωL بالممانعة الحثية للملف وتميز بالأوم الظاهرى ويرمز لها بالرمز X_L

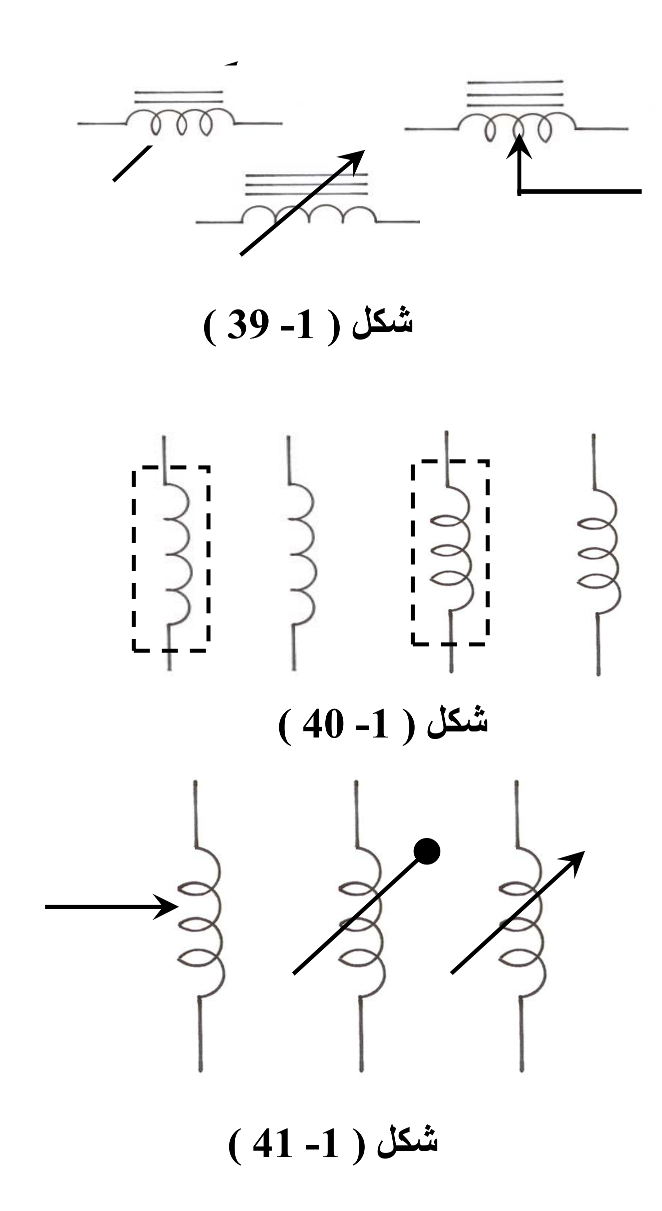
أنواع الملفات:

يمكن تصنيف الملفات الحثية من حيث التركيب والاستخدام كما يلي:

أولاً : أنواع الملفات من حيث التركيب .

1- الملف ذو القلب المغناطيسي الثابت: وهى ملفات ذات معامل حث ذاتي عالي وتستخدم في دوائر التردد المنخفض .ويطلق على هذه الملفات اسم الملفات الخانقة ويرمز لها كما هو موضح في شكل (1- 38)

شكل (1- 38)



شكل (1- 39)

شكل (1- 40)

شكل (1- 41)

2- الملفات ذات القلب المغناطيسى المتغير

وشكل (1-39) يبين الرمز الكهربي للملفات الخانقة الحثية المتغيرة في معامل الحث الذاتي وتستخدم في دوائر الرنين في الدوائر الالكترونية .

3- الملفات ذات القلب الهوائي:

الملفات ذات القلب الهوائي الثابتة وهذه الملفات يكون معامل الحث الذاتي لها صغيراً وثابتاً وتستخدم في دوائر التردد العاللي وشكل (1-40) يوضح الرمز الكهربي لها .

4- الملفات ذات القلب الهوائى المتغيرة :

ويستخدم هذا النوع في دوائر الرنين ذات الترددات العالية وشكل (1-41) يبين الرموز الكهربية لهذا النوع

ثانياً : تقسيم الملفات من حيث الاستخدام

1- ملفات خانقة للتردد العالي :

تستخدم على التوالي مع الدائرة الالكترونية للحد من مرور التيارات ذات التردد العالي ولتنقية الدوائر من الشوشرة وكذلك في دوائر التوحيد .

2- ملفات الرنين :

توصل الملفات مع المكثفات المتغيرة والمقاومات لاحداث رنين عند ترددات معينة لما يتيح الحصول على الترددات المطلوبة خاصة في دوائر الراديو.

3- ملفات الموائمة والإتصال :

تستخدم فيها عدة ملفات بينهما حث متبادل حتى يمكن نقل الذبذبات من دائرة إلى أخرى

تذكر (عناصر الدوائر الكهربية والالكترونية)

- الدائرة الكهربية تعتبر مسار مغلق للتيار الكهربي .
- عناصر الدائرة الكهربية هى (منبع كهربى – اسلاك توصيل – أحمال – معدات تحكم وحماية) .
- وحدة القوة الدافعة الكهربيةهى نفسها وحدة فرق الجهد أى " الفولت " .
- فرق الجهد الكهربى هو الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات الموجبة من نقطة لأخرى.
- يقاس فرق الجهد بواسطة جهاز الفولتميتر ويوصل بالتوازى مع المنبع .
- التيار الكهربي هو معدل سريان الالكترونات في الموصل .
- اتجاه التيار الكهربي في إتجاه معاكس لإتجاه حركة الالكترونات الحرة .
- يقاس التيار الكهربي بجهاز الامبروميتر ويوصل بالتوالي بالدائرة المراد قياس شدة التيار المار بها .
- المقاومة الكهربية هى مقاومة الأجزاء المختلفة لسريان التيار الكهربي .
- تقاس المقاومة الكهربية بجهاز الأوميتر " قياس مباشر " .
- قانون أوم ينص على أن "فرق الجهد بين طرفي موصل كهربى يساوى حاصل ضرب كل من مقاومة الموصل والتيار المار فيه" .
- تتوقف قيمة مقاومة الموصل على نوع مادة الموصل ، طول الموصل ، مساحة مقطع الموصل .

$$\text{مقاومة الموصل} = \frac{\text{المقاومة النوعية} \times \text{طول الموصل}}{\text{مساحة مقطع الموصل}}$$

$$R = \frac{\rho L}{a} \Omega$$

- من وجهة نظر الدائرة الكهربية يمكن اعتبار المقاومة الكهربية نبيطة تمتلك علاقة ثابتة بين فرق الجهد بين طرفيها والتيار المار فيها .
- القدرة في المقاومة تتحول الى حرارة وهى تساوى حاصل ضرب كل من فرق الجهد وشدة التيار ووحداتها هى الوات .
- معامل المقاومة الحراري هو مقدار التغير في قيمة المقاومة عندما تتغير درجة حرارتها درجة واحدة مئوية ويرمز لمعامل المقاومة الحراري بالرمز (α) .
- زيادة عمر المقاومة يسبب تغيراً في قيمة مقاومتها الكهربية .
- المقاومات نوعان (مقاومة ثابتة القيمة [عيارية] ، مقاومة متغيرة) .
- المقاومة العيارية ثابتة القيمة مع الزمن والمعامل الحراري للمادة المصنوعة منها صغير جداً .
- تتراوح قيمة المقاومة السلكية من الكسور الصغيرة للأوم الى الآلاف من الأوم.
- تتراوح قيمة المقاومة الكربونية من 10 أوم إلى 20 مليون أوم (20 ميجا أوم) .
- تمتاز المقاومة الكربونية بصغر الحجم ورخص الثمن وتعطى قيم أكبر مـــن المقاومـــة السلكية .
- المقاومة المتغيرة مع الجهد تسمى الفاريستور Varistor .
- الفاريستور مصنوعة من مادة شبه موصلة تقل قمتها بإزدياد الجهد المؤثر على طرفيها.
- الفاريستور تصنع من كربيد السليكون وتستخدم في أجهزة الوقاية من الجهود المفاجئة.
- في شفرة الوان المقاومات .

تدل الحلقة الأولى على رقم الآحاد في قيمة المقاومة .

تدل الحلقة الثانية على رقم العشرات في قيمة المقاومة .

تدل الحلقة الثالثة على قيمة معامل الضرب (عدد الأصفار)

تدل الحلقة الرابعة على النسبة المئوية لقيمة التفاوت .

- التوصيلية مقلوب المقاومة النوعية ووحداتها الموه mho أو السيمنز .

- إذا وصلت المقاومات على التوالي فإن المقاومة المكافئة أكبر من أكبر مقاومة في الدائرة .
- إذا وصلت المقاومات على التوازى فإن المقاومة المكافئة أصغر من أصغر مقاومة فى الدائرة .
- إذا وصلت المقاومات على التوالي فإن جهد المصدر يتم تقسيمه على تلك المقاومات حسب مقدار كل مقاومة .
- إذا وصلت مقاومات على التوازي فإن المقاومة الأصغر يمر بها التيار الأكبر .
- القدرة في المقاومة تتحول إلى طاقة حرارية بمرور الزمن .
- القدرة = حاصل ضرب شدة التيار × فرق الجهد

$$\left(P = I.V\right)$$

- الوحدة الاساسية لقياس القدرة هى الوات
- مضاعفات الوات هى كيلو وات = 1000 وات ، ميجاوات = 10^6 وات .
- المقاومة N T C تقل قيمتها بزيادة درجة الحرارة .
- المقاومة P T C تزيد قيمتها بزيادة درجة الحرارة .
- المكثف وحدة قادرة على تخزين الشحنات الكهربية وتفريغها .
- سعة المكثف تقاس بالشحنة الكهربية اللازمة لرفع الجهد بين طرفيه فولت واحد وكلما زادت الشحنة المخزنة بالمكثف كلما زاد فرق الجهد بين طرفيه .

$$\text{سعة المكثف} = \frac{\text{الشحنة الكهربية (بالكولوم)}}{\text{فرق الجهد (بالفولت)}}$$

$$C = \frac{Q}{V}\, Farad$$

- تتوقف سعة المكثف على مساحة الألواح، المسافة بينهما، سماحية الوسط العازل.
- معامل الحث الذاتي للملف يتوقف على شكل ونوع قلب الملف وعدد لفاته.

- أنواع الملفات (ملفات ذات قلب ثابت – ملفات ذات قلب مغناطيسي متغيــر – ملفــات ذات قلب هوائي – ملفات ذات قلب هوائي متغير) .

أسئلة على الباب الأول

1- ما هى عناصر الدائرة الكهربية ؟

2- ما هى وظيفة المنبع الكهربي في الدائرة الكهربية ؟

3- ما هى وظيفة أسلاك التوصيل في الدائرة الكهربية ؟

4- عرف فرق الجهد الكهربي و ما وحدة قياسه وإسم الجهاز المستخدم لقياسه.

5- عرف التيار الكهربي وما هى وحدة قياسه واسم الجهازالمستخدم لقياسه .

6- عرف المقاومة الكهربية واكتب وحدة القياس لها ؟

7- اذكر نص قانون أوم واكتب الصيغة الرياضية له ؟

8- ما الفرق بين المقاومة السلكية والمقاومة الكربونية ؟

9- هل تزداد مقاومة الموصلات بالحرارة ؟ أكتب العلاقة التى توضح ذلك

10- وضح بإختصار العلاقة بين مقاومة الموصل المادية وكل من الطول ومساحة المقطــع والمقاومة النوعية ودرجة الحرارة ؟

11- عرف معامل المقاومة الحراري الكهربي وأذكر القانون الذى يربط بين المعامل الحراري والمقاومة ؟

12- احسب المقاومة الكلية وشدة التيار المار لثلاث مقاومات قيمتها علــى الترتيــب 200 ، 500 ، 300 أوم . إذا وصلت على التوالي بمنبع جهده 100 فولت . ثم احــسب الجهد على أطراف كل مقاومة ؟

13- ثلاث مقاومات قيمها 5 ، 15 ، 30 أوم وصلت على التوازي ووصلت بمنبــع جهــده 10فولت أوجد ؟ .

أ- المقاومة المكافئة لهذه المقاومات ؟

ب- احسب التيار المار بكل مقاومة ؟

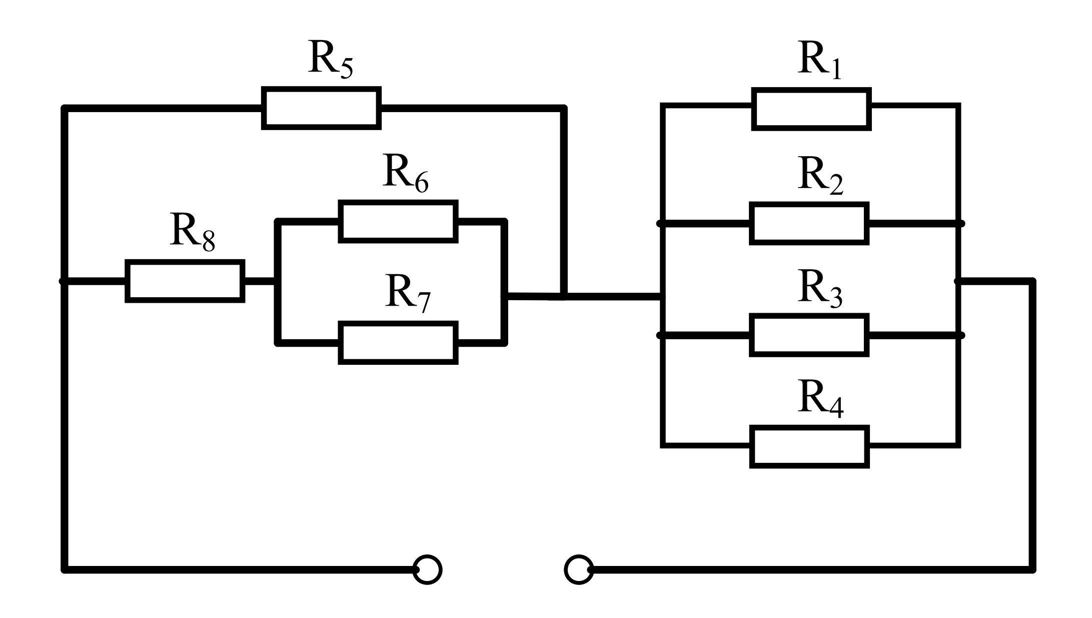
14- في الدائرة الموضحة بالشكل .

$R_1=1\Omega$	$R_2=2\Omega$
$R_3=4\Omega$	$R_4=3\Omega$
$R_5=3\Omega$	$R_6=6\Omega$
$R_7=5\Omega$	$R_8=3\Omega$

فإذا مر تيار إجمالى من المنبع مقداره 4.5 أمبير - احسب:

أ- المقاومة الكلية للدائرة ب- الجهد المؤثر على الدائرة

جــ- شدة التيار المار بكل مقاومة د - الجهد المؤثر على كل مقاومة



الباب الثاني

التأثيرات المختلفة للتيار الكهربي

2-1 التأثير الكهرومغناطيسي:

2-1-1 المجال المغناطيسي حول موصل – ق . د . ك المستنتجة – قاعدة اليد اليمنى لفلمنج ونظرية المولد الكهربي – الحث الذاتي – الحث المتبادل .

2-1-2 حساب شدة المجال المغناطيسي عند نقطة تبعد عن موصل يحمل تيار(قانون بيوت سافارت) .

2-1-3 المجال المغناطيسي لتيار يمر في (موصل مستقيم – موصل دائرى – في ملف دائرى).

2-1-4 القوة الدافعة الكهربية المتولدة في موصل يتحرك في مجال مغناطيسي .

2-1-5 القوة الميكانيكية الناشئة عن مرور تيار في موصل موجود في حيز مغناطيسي

2-2 المحولات الكهربية (تعريف المحول – تركيبه – أنواع المحولات – استخدامات المحولات) .

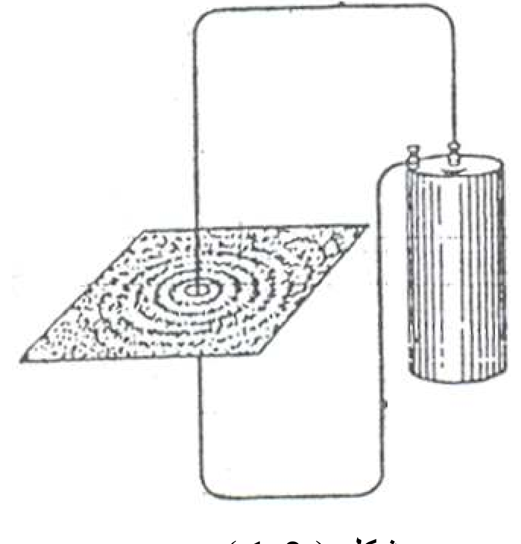
2-1 التأثير الكهرومغناطيسي :

يتولد مجال مغناطيسي نتيجة دوران الالكترون ذى الشحنة السالبة في مداره حول النواة وكما هو معلوم فإن هناك مجموعة من الالكترونات ذات الشحنة السالبة تدور في اتجاه عقارب الساعة حول النواة ويتولد عنها مجال مغناطيسى ، كذلك هناك مجموعة أخرى من الالكترونات تدور حول النواة في اتجاه عكس عقارب الساعة ويتولد عنها أيضاً مجال مغناطيسي آخر . كلا المجالين المغناطيسيين يلاشيان بعضهما البعض . وعلى هذا فإن الكهرباء الساكنة (الاستاتيكية) لا يتولد عنها مجال مغناطيسي .

من المعلوم أن حركة الالكترونات خلال الموصل الكهربـــي – بتـــأثير القـــوة الدافعـــة الكهربية – يتسبب عنها سريان التيار الكهربى . كذلك تعمل القوة الدافعة الكهربيـــة علـــى أن تجعل كل الالكترونات تدور حول النواة في اتجاه واحد (سواء مع عقارب الساعة او ضـــدها) مما يجعل المجالات المغناطيسية المتولدة من دوران الالكترونات تتجمع كلها في صورة مجـــال مغناطيسي واحد قوى .

2-1-1 المجال المغناطيسي حول موصل :

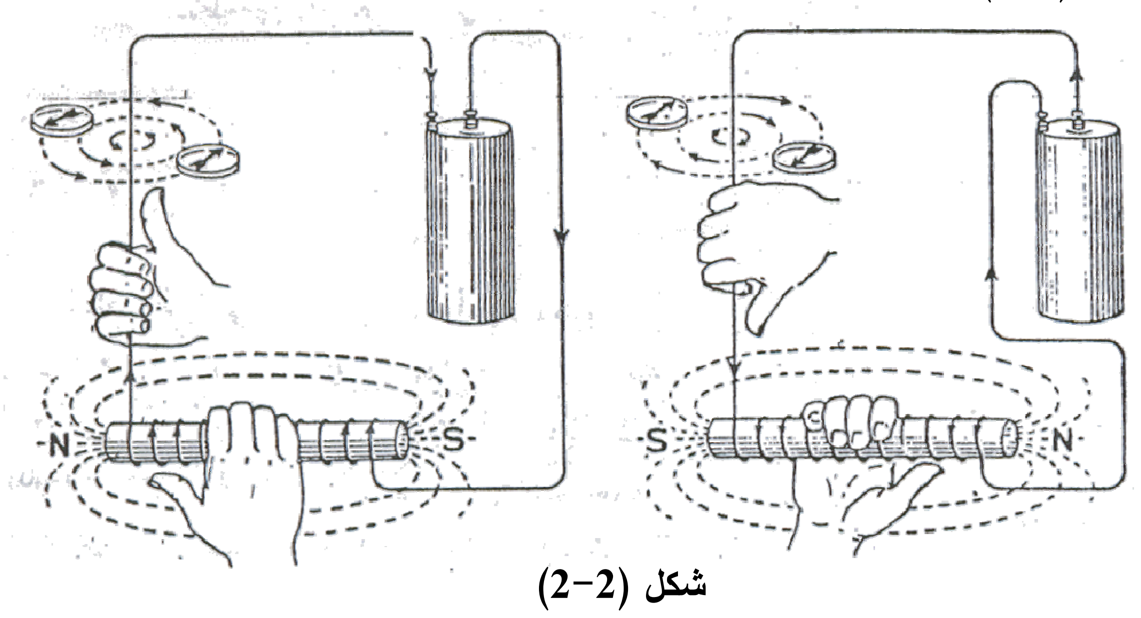
عند مرور التيار الكهربي بالموصل يولد المجال المغناطيسى المتولد من دوران الالكترون حول النواة دوائر مغلقة وعلى هذا ففي شكل (2-1) نجد أن المجال المغناطيسيى الناتج من مرور تيار كهربي يكون عبارة عن دوائر متحدة المركز حول الموصل الكهربي.



شكل (2-1)
المجال المغناطيسى على هيئة
دوائر مركزها السلك

يعتمد اتجاه المجال المغناطيسى (أو إتجاه خطوط القوى المغناطيسية) على اتجاه التيار . ويمكن معرفة اتجاه المجال المغناطيسى عن طريق قاعدة اليد اليمنى التى تنص على أنه إذا امسك الفرد بيده اليمنى سلكاً بحيث يـــشير

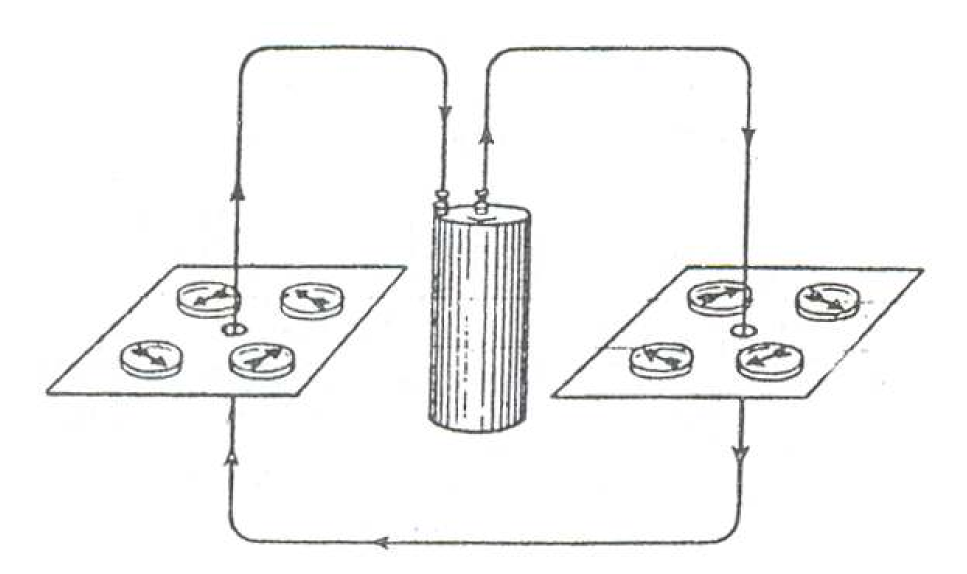
الابهام الى إتجاه التيار الكهربى فإن بقية الأَصابع تشير الى اتجاه المجال المغناطيسي كما هو موضح بشكل (2−2).



شكل (2−2)

هناك طريقة أخرى لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي الناتج من مرور تيار كهربي فـــي موصل كهربي بإستخدام البوصلة كما في شكل (2−3) ويمكن كـــذلك تعيـــين اتجـــاه المجـــال المغناطيسى بواسطة قاعدة البريمة لماكسويل كالآتي :

ضع سن البريمة في اتجاه التيار ثم أدر البريمة باليد اليمنى وفي اتجاه التيـــار فيكـــون اتجـــاه الدوران هو إتجاه خطوط المجال المغناطيسي حول الموصل الكهربي ويوضح شكل(2−3) هذه الطريقة .



شكل (2−3) تحديد إتجاه المجال حول السلك بواسطة البوصلة

خواص المجال المغناطيسي حول موصل الناشئ عن مرور تيار كهربي :

أ- المجال المغناطيسى حول موصل يكون على شكل دوائـر متحـدة المركـز إذا كـان الموصل سلكاً مستقيماً .

ب- تزداد كثافة المجال كلما اقتربنا من الموصل .

جـ- تتغير شدة المجال المغناطيسى مع تغير شدة التيار الكهربي .

د - يتغير اتجاه خطوط المجال المغناطيسي بتغيير إتجاه سريان التيار الكهربي.

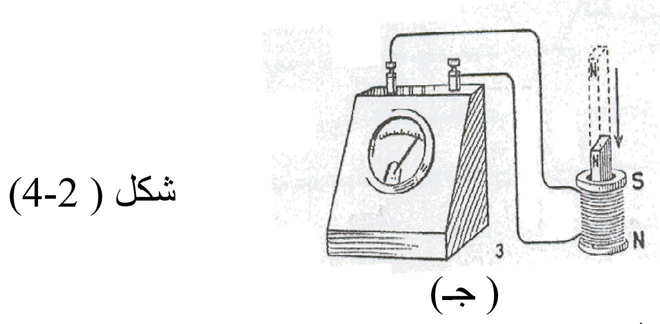
هـ- يمكن معرفة إتجاه المجال المغناطيسي بواسطة البوصلة أو قاعـدة اليـد اليمنـى أو قاعدة البريمة لماكسويل .

ق . د . ك المستنتجة من المجال المغناطيسي ونظرية المولد الكهربي :

هناك حقيقة مؤكدة بالتجربة وهى أنه تتولد قوة دافعة كهربية فى دائرة مغلقـة إذا كـان المجال المغناطيسى الذى يقطع هذه الدائرة يتغير مع الزمن .

وشكل (2-4) يوضح تجارب قام بها فاراداي لدراسة توليد الكهرباء من المغناطيسية وذلك بالحركة النسبية بين كل من الملف وثبات المغناطيس كما هو موضح بشكل (2-4-أ،ب) أو إذا تحرك المغناطيس تجاه الملف الثابت شكل (2-4 أ،جـ) حيث تتولد

(أ) (ب)



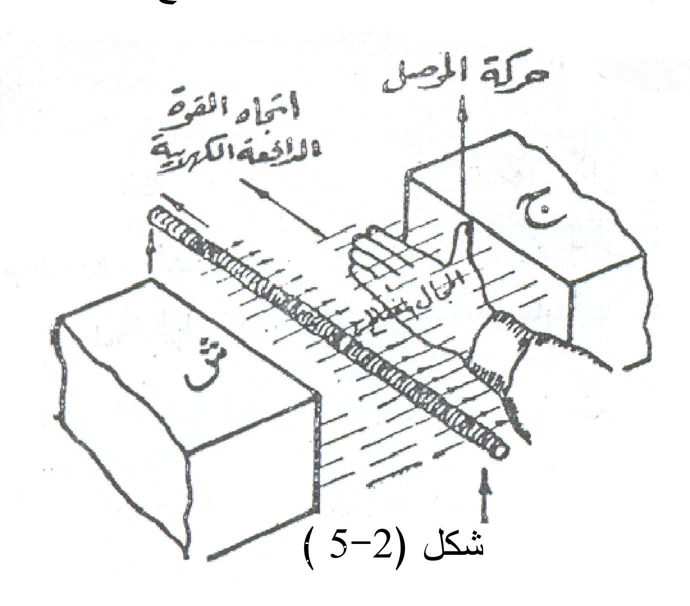
(جـ)

شكل (2-4)

القوة الدافعة الكهربية e m f (ق.د.ك) في الملف ويقرؤها جهاز الجلفـانومتر ومنهـا تـم استنتاج قانون فاراداي للمولد الكهربي .

قانون فاراداي للمولد الكهربي :

" اذا قطع الموصل ساحة مغناطيسية فإنه تستنتج به قوة دافعة كهربية (ق.د.ك) بالحث المغناطيسي وتكون قيمتها أكبر ما يمكن عندما تكون زاوية القطع 90 [5] "



شكل (2-5)

ويمكن تعين إتجاه القوة الدافعة الكهربية المستنتجة بواسطة قاعدة فلمنج لليد اليمنى شكل (2-5)

قاعدة فلمنج لليد اليمنى :

إبسط راحة يدك اليمنى بحيث يدخل المجال المغناطيسى عمودياً بها فيكون اتجاه الأصابع هو إتجاه ق . د . ك المستنتجة ويكون الإبهام مشيراً إلى إتجاه الحركة .

لتوليد قوة دافعة كهربية فى موصل لابد من توافر ثلاثة متطلبات :

1- وجود موصل كهربي

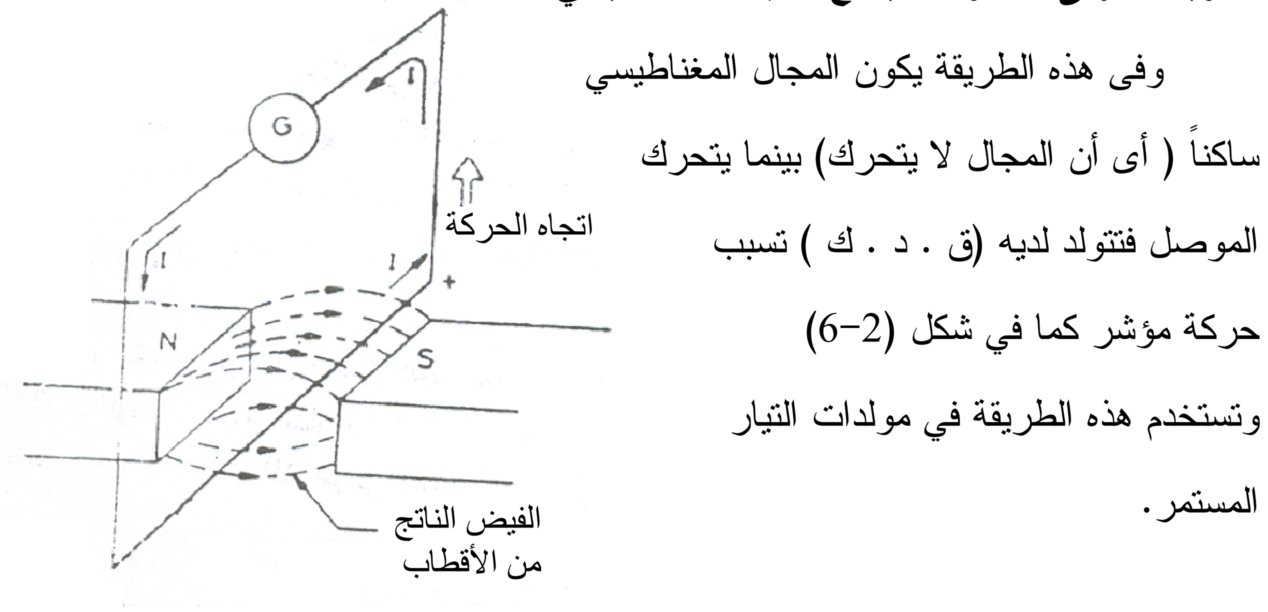
2 - وجود مجال مغناطيسي .

3- أن يقوم الموصل بقطع خطوط قوى المجال المغناطيسي .

وهناك ثلاثة طرق لإتمام عملية قطع خطوط القوى المغناطيسية بواسطة الموصل وهى كالاتي :

الطريقة الأولى : الموصل يقطع المجال المغناطيسي:

وفى هذه الطريقة يكون المجال المغناطيسي ساكناً (أى أن المجال لا يتحرك) بينما يتحرك الموصل فتتولد لديه (ق . د . ك) تسبب حركة مؤشر كما في شكل (2–6) وتستخدم هذه الطريقة في مولدات التيار المستمر.



شكل (2–6)

الطريقة الثانية : المجال المغناطيسي يقطع الموصل :

وفي هذه الطريقة يكون الموصل ساكناً بينما يتحرك المغناطيس (أى يكون المجال المغناطيسي متحركاً) فتتولد ق . د . ك في الموصل تتسبب في حركة المؤشر وتستخدم هذه الطريقة في مولدات التيار المتغير .

الطريقة الثالثة : تغيير المجال المغناطيسي:

في هذه الطريقة يكون الموصل والمجال المغناطيسي ساكنين (غير متحركين) ولكن يتم تغيير المجال المغناطيسي عن طريق إمرار تيار متغير في أحد الملفين الساكنين وتستخدم هذه الطريقة في المحولات الكهربية .

قانون فاراداي الأول (نظرية المولد الكهربي)

ينص على أن القوة الدافعة الكهربية التي تتولد في موصل تتناسب طردياً مع معدل تغيير خطوط القوى المغناطيسية التي تقطع الموصل .

وهذا القانون هو الأساس في عمل مولدات التيار المستمر ومولدات التيار المتغير ويمكن تمثيله رياضياً كما يلي:

$$e = -N \frac{d\phi}{dt}$$

حيث e تمثل القوة الدافعة الكهربية (بالفولت) ، N عدد اللفات ، (ϕ) تمثل الفيض المغناطيسى (Flux) أو خطوط القوى المغناطيسية وتقاس بما يسمى الويـــــبر (weber) ، t هو الزمن بالثانية.

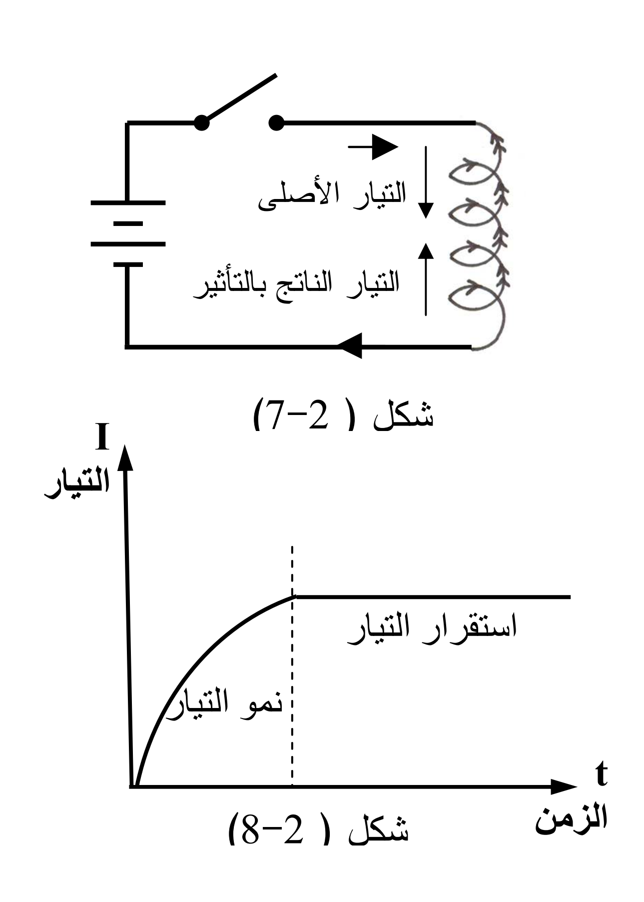
ملحوظة :

للتمييز بين القوة الدافعة الكهربية التي يمكن توليدها بالطرق الثلاثة السابق ذكرها فقد تم الاتفاق على تسمية القوة الدافعة الكهربية الناتجة عن حركة موصل في وجود مجال مغناطيسي ساكن بالقوة الدافعة الديناميكية . بينما تسمي القوة الدافعة الكهربية الناتجة من حركة المغناطيس في وجود موصل ساكن بالقوة الدافعة الاستاتيكية.

الحث الذاتي (التأثير الذاتي):

اذا مر تيار كهربي في ملف مثل المبين بشكل (2–7) فيبدأ مرورالتيار الكهربي المبين بالسهم ويعمل على زيادة الفيض المغناطيسي من الصفر الى القيمة الثابتة لتيار الدائرة .

ويعمل توصيل المفتاح على التغير في الفيض تنشأ عنه قوة دافعة كهربية بالتأثير التي تولد تياراً بالتأثير موضح بأسهم مزدوجة في عكس اتجاه التيار الأصلي وبذلك يعارض نمو التيار في



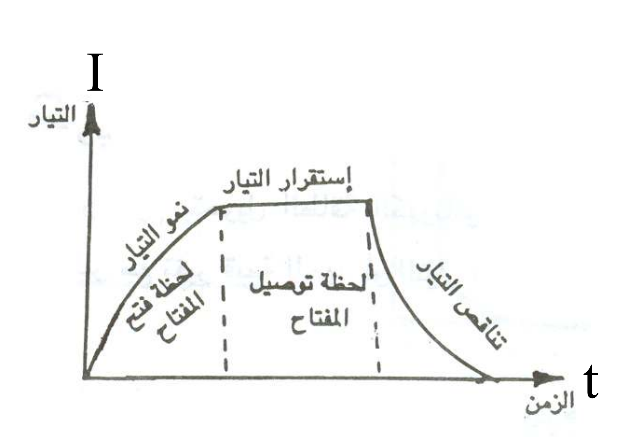
شكل (2–7)

شكل (2–8)

الدائرة . ونتيجة لذلك نجد أن التيار في الدائرة يأخذ وقتاً من الزمن حتى يصل الى القيمة الثابتة له كما يتضح ذلك من الشكل (2−8)

وتعرف هذه الظاهرة بظاهرة التأثير الذاتي (الحث الذاتي) وهى توليد قوة دافعة كهربية بالتأثير في ملف نتيجة لتغير الفيض في نفس الملف .

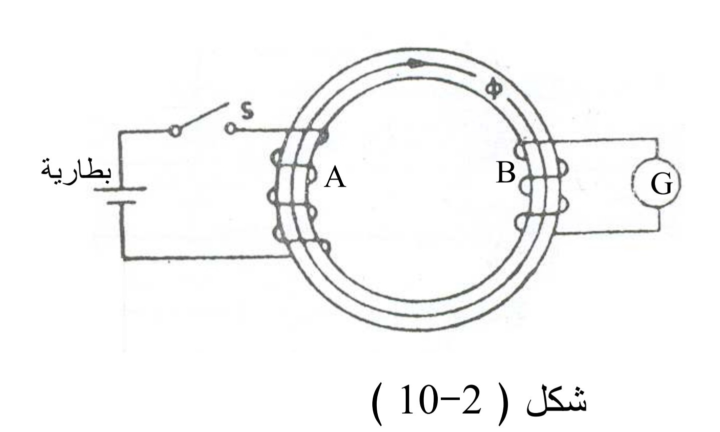
وإذا فصل المفتاح الموجود في الدائرة فإن التيار في الدائرة تقل قيمته إلى الصفر وبذلك يهبط الفيض المغناطيسي الذى يحيط الملف فيتولد ق . د . ك بالتأثير تولد تيارًا في نفس اتجاه التيار الأصلي كما في شكل (2−9) لذلك نجد أن التيار الموجود بالدائرة لا تنعدم قيمته مباشرة بل يأخذ وقتا يتناقص فيه حتى تصل قيمته الى الصفر.



شكل (9-2)

الحث المتبادل (التأثير المتبادل):

الشكل (2−10) يوضح دائرتين على قلب حديدى ، دائرة A موصلة بمنبع تيار مستمر، دائرة B موصلة بجهاز جلفانومتر عند توصيل مفتاح الدائرة A نجد أن مؤشر الجلفانومتر في الدائرة B يتحرك نتيجة توليد ق . د . ك بالتأثير فيه لأنه عند توصيل المفتاح



شكل (2−10)

في الدائرة A يتولد فيض مغناطيسي (ϕ) يقطع لفات الدائرة B وبما أن هذا الفيض قد تغير لحظة توصيل المفتاح . فإنه يولد ق . د . ك بالتأثير في الدائرة B تمرر تياراً في جهاز الجلفانومتر يحرك مؤشر الجلفانومتر وتعرف هذه الظاهرة بظاهرة التأثير المتبادل (الحث المتبادل) وهى توليد قوة دافعة كهربية في ملف نتيجة تغير المجال المغناطيسي في ملف آخر.

ومن أشهر التطبيقات على ظاهرة التأثير الكهرومغناطيسي المتبادل هى المحولات الكهربية وسوف يتم شرحها في نهاية هذا الباب .

2-1-2 حساب شدة المجال المغناطيسي عند نقطة تبعد عن موصل يحمل تيار (قانون بيوت سافارت) :

قانون بيوت سافارت :

يمكن استخدام قانون بيوت سافارت لحساب شدة المجال المغناطيسي عند نقطة ما تبعد مسافة مقدارها (r) عن سلك طويل يحمل تيار كهربي شدته (I) كما يلي:

$$B = \frac{\mu I}{2\pi\ r} \quad \text{.... Tesla (T)}$$

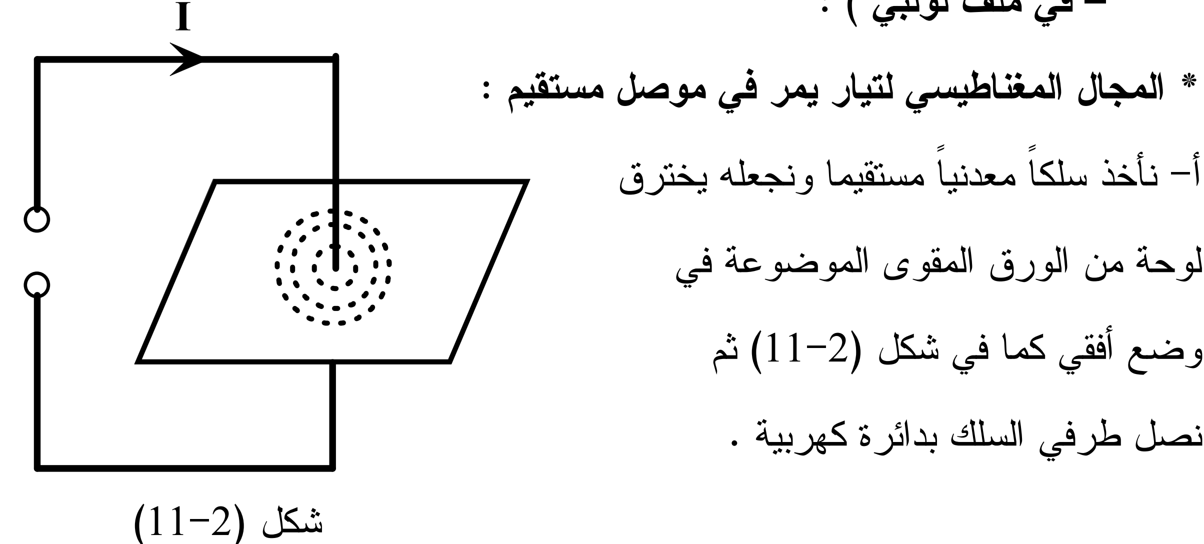
حيث B هى كثافة المجال المغناطيسي ووحداتها هى التسلا

I هى شدة التيار المار في الموصل الطويل ووحداته هى الأمبير.

r هى السافة التي تبعدها النقطة عن الموصل مقاسه بالمتر .

3-1-2 المجال المغناطيس لتيار يمر في (موصل مستقيم – موصل دائرة – في ملف دائرة – في ملف لولبي) :

*** المجال المغناطيسي لتيار يمر في موصل مستقيم :**



أ- نأخذ سلكاً معدنياً مستقيما ونجعله يخترق لوحة من الورق المقوى الموضوعة في وضع أفقي كما في شكل (2-11) ثم نصل طرفي السلك بدائرة كهربية .

شكل (2-11)

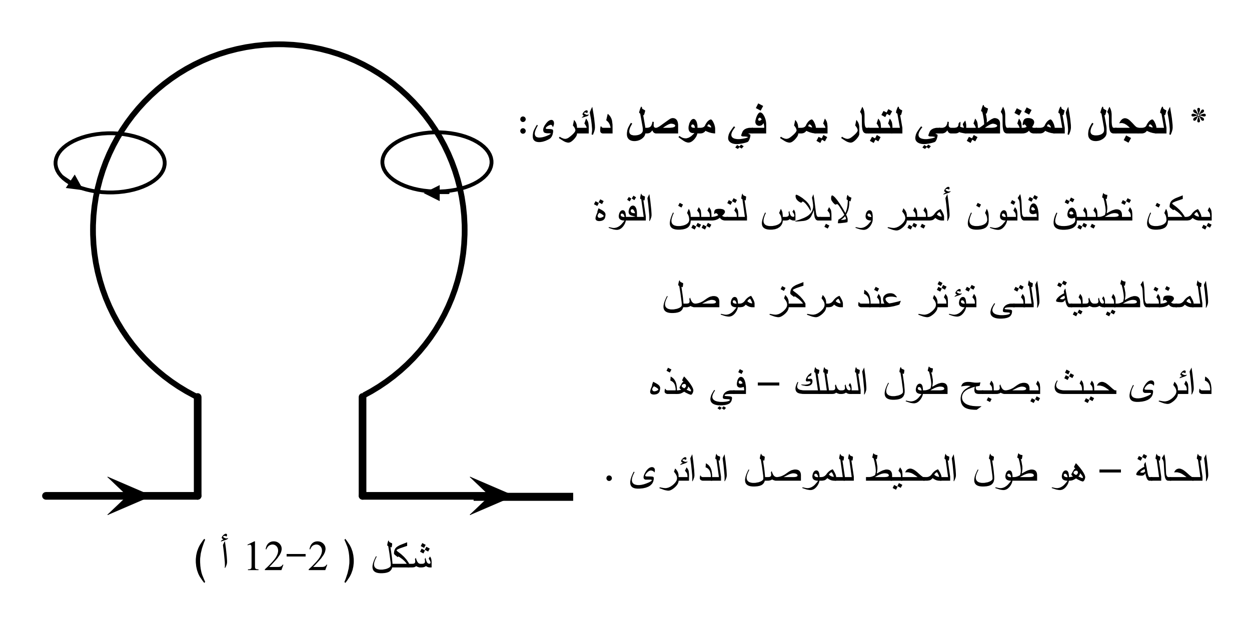
ب – ننشر على لوحة الورق برادة الحديد الناعمة بطريقة عشوائية ثم نمرر في السلك تيار كهربي مناسب.

جـــ- نطرق على اللوحة الورق عدة طرقات خفيفة فنجد أن البرادة تترتب في شـــكل دوائـــر منتظمة ومتحدة المركز وينطبق مركزها على محور السلك ، ويكون مستوى هذه الدوائر عموديا على السلك كما في الشكل (2-11) .

ويمكن حساب كثافة المجال المغناطيسي (B)، وبالتالي شدته (H) عند اى نقطة تبعد عن هذا السلك بإستخدام قانون بيوت سافارت.

*** المجال المغناطيسي لتيار يمر في موصل دائرى:**

يمكن تطبيق قانون أمبير ولابلاس لتعيين القوة المغناطيسية التى تؤثر عند مركز موصل دائرى حيث يصبح طول السلك – في هذه الحالة – هو طول المحيط للموصل الدائرى .



شكل (2-12 أ)

المجال المغناطيسى لتيار فى ملف دائرى

فكرة عن قانون امبير ولابلاس :

وهو يوضح أنه في حالة مرور تيار كهربي في موصلين متوازيين تتولد فيهمـــا قـــوى مغناطيسي متبادلة، وتكون هذه القوى المغناطيسية قوى تجاذب إذا كان التياران المـــاران فـــي الموصلين في نفس الاتجاه وتكون قوى تنافر عندما يكون التياران في اتجاهين مختلفـــين فـــإذا كانت المسافة بين الموصلين هى r وطول كل موصل L فإن القوة المغناطيسية بين الموصلين يمكن حسابها من قانون أمبير ولابلاس على النحو التالى كما بشكل (2-12 أ) .

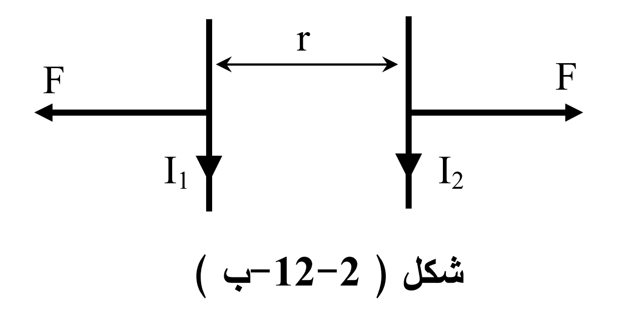
$$F = \frac{\mu_\circ I_1 . I_2}{2 \pi r} . L$$

*** في حالة مرور التيار في موصل دائري:**

إذا كان نصف قطر الموصل الدائري r يصبح طول الموصل هو طول محيط الموصل الدائري ($2\pi \cdot r$)، وباعتبار أن I_1 هو I_2، وبالتعويض فى قانون أمبير ولابلاس

$$F = \mu_\circ I_2$$

والمجال يسير في حزمة داخل الموصل الدائري كما بشكل (2–12– ب).



شكل (2–12–ب)

*** المجال المغناطيسي لتيار يمر في ملف دائري**

الملف الدائرى أو الحلقي هو ملف من السلك المعزول ملفوف بإنتظام حول حلقة من مادة مغناطيسية عندما يمر تيار كهربى في الملف فإن القلب الحديدى يتمغنط وتكون شدة المجال المغناطيسي على محور الملف الحلقي كما يلي:

$$H = \frac{N}{L}$$

حيث L هو طول المسار المغناطيسي = محيط الحلقة المتوسطة وهو يساوى $2\pi \cdot r$

حيث r هى نصف القطر المتوسط للحلقة الدائرية .

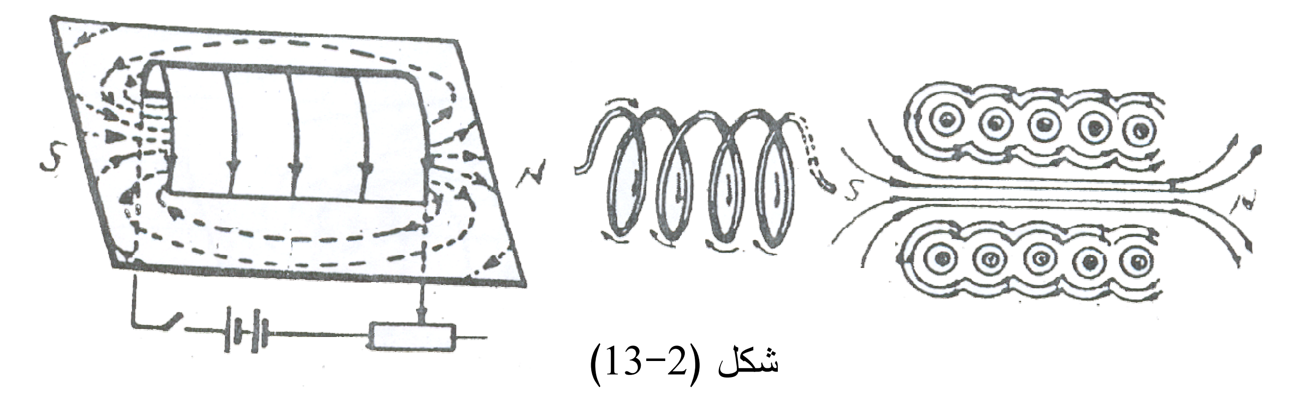
*** المجال المغناطيسي لتيار يمر في ملف لولبي :**

الملف اللولبي أو الحلزوني (Solenoide) هو ملف يتم عمله كما هو موضح بشكل (2–13) بلفه حلزونياً حول نفسه ويتميز الملف اللولبي بأن المجال المغناطيسي الذى ينشأ نتيجة مرور تيار كهربي فيه يشبه المجال المغناطيسي لمغناطيس على شكل قضيب ويوضح شكل (2–13)

خطوط القوى المغناطيسية للملف اللولبى الحلزوني :

يتميز الملف الحلزونى بأن مجاله المغناطيسي أقوى من المجالات المغناطيسية المتولـــدة في الانواع الاخرى للملفات الكهربية إذا أمرر فيها نفس التيار . ويمكن حساب شـــدة المجـــال المغناطيسي عند محور ملف لولبي طوله L متراً وعدد لفاته N لفة من :

$$H = \frac{NI}{L} \quad Ampere.Turn / meter$$



شكل (2−13)

خطوط القوى المغناطيسية حول الملف الحلزونى

ويمكن تحديد إتجاه المجال المغناطيسى بإستخدام قاعدة اليد اليمني كالتالي (إمسك الملف الحلزونى باليد اليمنى بحيث تشير الأصابع إلى إتجاه التيار فى الملفات . يشير الابهام في هـــذا الوضع− إلى إتجاه القطب الشمالي للمجال المغناطيسي) .

يستخدم الملف الحلزونى في التطبيقات التي تتطلب مجالاً مغناطيسياً قوياً مثل المحولات الكهربائية وقواطع التيار والمتممات الكهربية والفرامل .

يجب أن نلاحظ أن المغناطيس الكهربي يتكون من ملف حلزونى ملفوف حول قلب مـــن الحديد أو الصلب ، والمجال المغناطيسي لهذا المغناطيس تكون بـــالطبع أقـــوى مـــن المجـــال المغناطيسي للملف اللولبي .

2−1−4 القوة الدافعة الكهربية المتولدة في موصل يتحرك في مجال مغناطيسي:

وجد العالم الإنجليزى ميشيل فاراداى انه إذا تحرك موصل فى مجال مستقيم ثابت فإنـــه يتولد بين طرفى هذا الموصل قوة دافعة كهربية تتناسب طرديا مع كل من العوامل الآتية :

(أ) سرعة قطع الموصل V لخطوط المجال المغناطيسي .

(ب) طول الموصل L .

(جـ) كثافة المجال المغناطيسي B .

(د) جيب الزاوية θ المحصورة بين كل من كثافة المجال المغناطيسي واتجاه حركة الموصل.

$$e = B.L.V \ Sin\,\theta$$

حيث e = ق . د . ك الديناميكية المتولدة ووحدتها الفولت .

B = كثافة المجال المغناطيبسي ووحدتها هى التسلا .

L = طول الموصل بالمتر .

ومن المعادلة $e = BLV \sin\theta$ نجد أنه إذا كانت حركة الموصل توازى اتجاه خطوط القوى المغناطيسية فإن ق . د . ك المتولدة تساوى صفراً . كذلك تكون قيمة هذه الـــ(ق.د.ك) اكبر ما يمكن عندما تكون حركة الموصل عمودية على إتجاه المجال المغناطيسى وهى في هذه الحالة تعتمد على قيمة θ .

مثال : سلك مستقيم طوله المؤثر 20 سنتيمتر وموضوع في مجال مغناطيسى منتظم كثافته 0.5 تسلا. أحسب القوة الدافعة الكهربية التي تتولد بين طرفي هذا السلك إذا كانت حركته بسرعة 5متر/ث في الحالات الاتية :

أ- موازية للمجال المغناطيسي.

ب- عمودية على المجال المغناطيسي .

جـ- تميل بزاوية مقدارها 30 5 على اتجاه المجال المغناطيسي .

الحل :

أ- اذا كان الموصل موازيا للمجال المغناطيسي

$$\therefore e = Zero$$

ب- إذا كان الموصل عمودي على المجال المغناطيسي

$$e = B.L.V \sin\theta$$
$$= 0.5\left(\frac{20}{100}\right)(5)\sin 90$$
$$= (0.5)(0.2)(5)(1) = 0.5 \ voltes$$

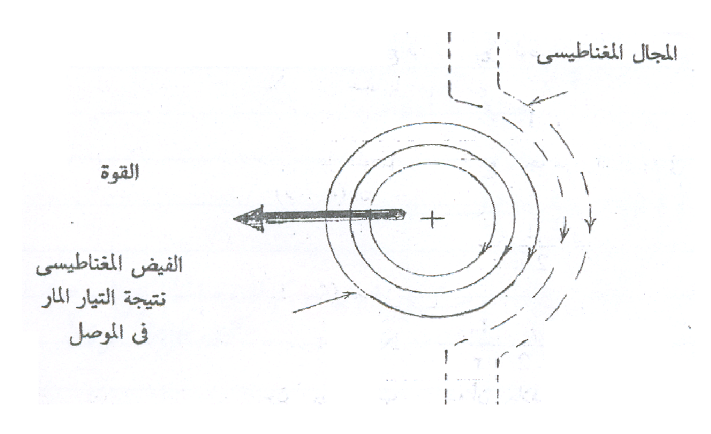
جـــ- إذا كان الموصل يميل بزاوية مقدارها 30 [5] على اتجاه المجال المغناطيسي.

$$e = B.\ L.\ V \sin\theta$$
$$= (0.5)(0.2)(5)\sin 30°$$
$$= (0.5)(0.2)(5)(0.5)$$
$$= 0.25 Voltes$$

2-1-5 القوة الميكانيكية الناشئة عن مرور تيار في موصل موجود في حيز مغناطيسي:

يوضح شكل (2-14) موصلاً يحمل تياراً كهربائياً في اتجاه داخل إلـــى صـــفحة هـــذا الكتاب ويقع هذا الموصل في مجال مغناطيسي كثافته B وإتجاهه من أعلى إلى أسفل .

التيار I الذى يمر في الموصل ينتج فيضاً مغناطيسياً وتكون خطوط الفيض عبارة عن دوائر مركزها هو الموصل وفي اتجاه عقارب الساعة كما هو موضح بالشكل .



شكل (2-14) القوة المؤثرة على موصل يحمل تياراً كهربياً

نلاحظ أن المجال المغناطيسي المتولد من التيار يساعد المجال الخارجي فـــي المنطقـــة المحيطة بالجانب الأيمن للموصل بينما يقاومه في المنطقة المحيطة بالجانب الأيـــسر . وتكـــون

النتيجة النهائية هو تولد قوة F تدفع الموصل ناحية اليسار كما هو موضح بشكل (2-14) ودائما يكون اتجاه القوة عمودياً على كل من الموصل والمجال المغناطيسي المؤثر ، ويمكن حساب قيمتها كما يلي :

$$F=B \cdot L \cdot I \quad ..... N$$

فإذا كانت وحدات B هى التسلا ، ووحدات التيار هى الأمبير ، ووحدات الطول هى المتر ، تكون وحدات القوة هى النيوتن N .

إذا لم يكن الموصل متعامداً مع اتجاه المجال المغناطيسي الخارجي وكان يصنع معه زاوية مقدارها θ فإن القوة الناشئة في هذه الحالة تصبح :

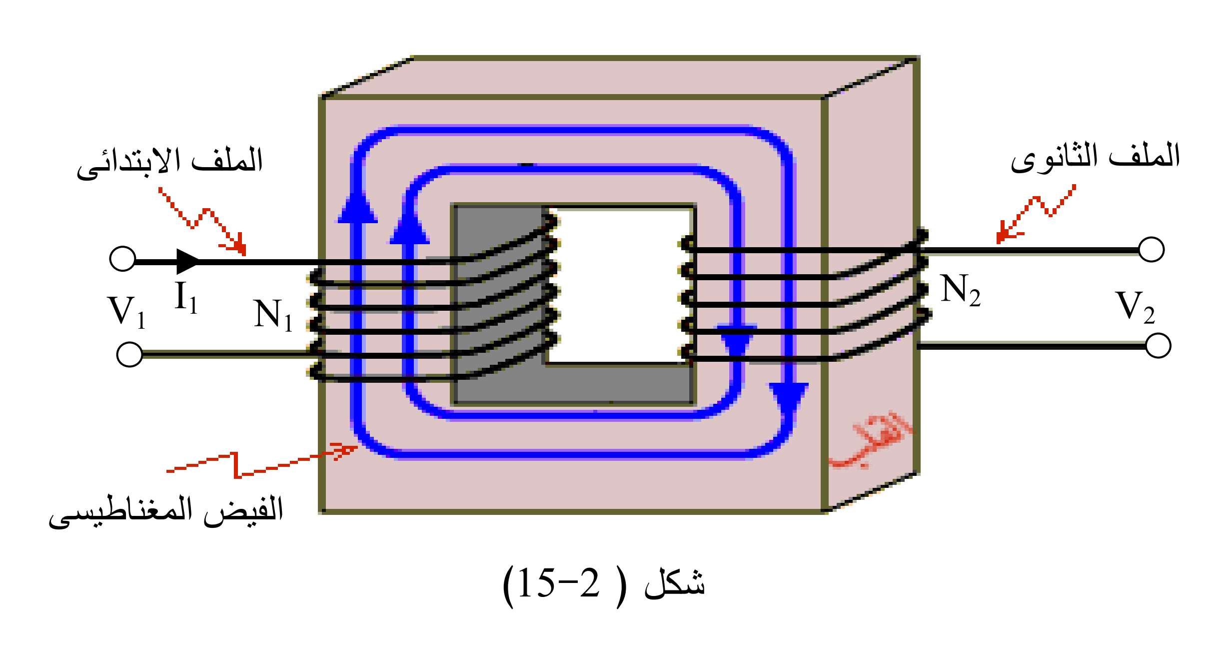
$$F = B \cdot L \cdot I \sin\theta$$

2-2 المحولات الكهربية " فكرة مبسطة "

المحول الكهربي عبارة عن جهاز كهرومغناطيسى يستخدم لرفع الجهد الى جهد أعلى أو خفض الجهد إلى جهد أقل . ويستخدم في الدوائر الالكترونية وكذلك تستخدم محولات كهربية بقدرات كبيرة جداً وجهوداً عالية أو فائقة في نقل وتوزيع القدرة الكهربية .

نظرية عمل المحول :

المحول الكهربي عبارة عن جهاز يعمل بنظرية الحث المتبادل بين ملفين " أو أكثر " مشتركين في دائرة مغناطيسية واحدة كما في شكل (2-15) .



شكل (2-15)

عند توصيل الملف الأول (ويسمى الملف الابتدائي) بمصدر كهربي متردد جهــده V_1 فإن ذلك يسبب مرور تيار متردد (I_1) في لفات الملف الابتدائي . وينــشأ عــن ذلــك فــيض مغناطيسي متردد (Ø) في القلب الداخلي للملف الابتدائي طبقاً للمعادلة V_1 .

$$V_1 = -N_1 . \frac{\Delta \phi}{\Delta T} \ Volt$$

حيث N_1 عدد لفات الابتدائى ، ΔØ هى التغير في الفيض المغناطيسي Ø فــي زمــن صغير جداً ΔT فيكون $\frac{\Delta \phi}{\Delta T}$ هى معدل التغير في الفيض المغناطيسي Ø بالنسبة للزمن T هذا الفيض المغناطيسي يمر في نفس الوقت في القلب الداخلي للملف الآخر (ويــسمى الملــف الثانوى) ويتسبب في انتاج قوة دافعة كهربية بين طرفيه V_2 طبقا للمعادلة

$$V_2 = -N_2 \frac{\Delta \phi}{\Delta T} \ Volt$$

حيث N_2 هى عدد لفات الملف الثانوي. وبفرض أن كل الفيض المغناطيسي Ø المرتبط بالملف الابتدائي يرتبط أيضاً بالملف الثانوي، فإن معدل تغير الفــيض المغناطيــسي المــرتبط بكليهما يكون له نفس القيمة وبالتالي فإن:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

بمعنى أنه إذا أردنا تخفيض جهد المصدر الكهربي الى النــصف مــثلاً فإننــا نوصــل المصدر الكهربي بالملف الابتدائي لمحول كهربي يكون عدد لفات ملفه الثانوى تــساوى نــص عدد لفات ملفه الابتدائي . وبالتالي فإن فرق الجهد بين طرفي ملفه الثانوى يساوى نصف فرق الجهد بين طرفي ملفه الابتدائي .

وهكذا يمكن خفض أو رفع الجهد بالقيمة المطلوبة بتغيير عدد لفات الملف الثانوى وذلك بإختيار المحول الكهربي المناسب ، بحيث تكون دائماً النسبة بين عدد لفات الملــف الابتــدائي وعدد لفات الملف الثانوى هى نفس النسبة بين جهد المصدر بالملف الابتدائي (الدخل) وفــرق الجهد بين طرفي الملف الثانوي (الخرج) وتسمي هذه العلاقة بنسبة التحويل .

فإذا أخذنا في الاعتبار قانون بقاء الطاقة وحيث أن القدرة هى معدل استنفاد الطاقة فــإن القوة المستفيدة من المصدر الكهربي " قدرة الدخل " يجب أن تساوى القدرة المستفيدة من خلال الملف الثانوني في الحمل المتصل بالملف الثانوي " قدرة الحمل " بالاضافة لقدر صغير جداً من القدرة يستنفذ كقدرة مفقودة في المحول الكهربي تظهر على شكل ارتفاع في درجــة حــرارة أجزائه ، كما أنه في بعض الحالات تكون هذه القدرة المستنفذه تساوى صفراً والمحول في هذه الحالة يسمى المحول المثالى وعموماً فإن قدرة الدخل = قدرة الحمل + القــدرة المفقــودة فـــي المحول وحيث أن قدرة الدخل = $V_1 I_1$ فولت . أمبير.

وحيث أن قدرة الحمل = $V_2 I_2$ فولت أمبير.

فإذا اعتبرنا المحول مثالي وأهملنا القدرة المفقودة لصغرها فيكون:

$$V_1 I_1 = V_2 I_2$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

وتكون نسبة التحويل:

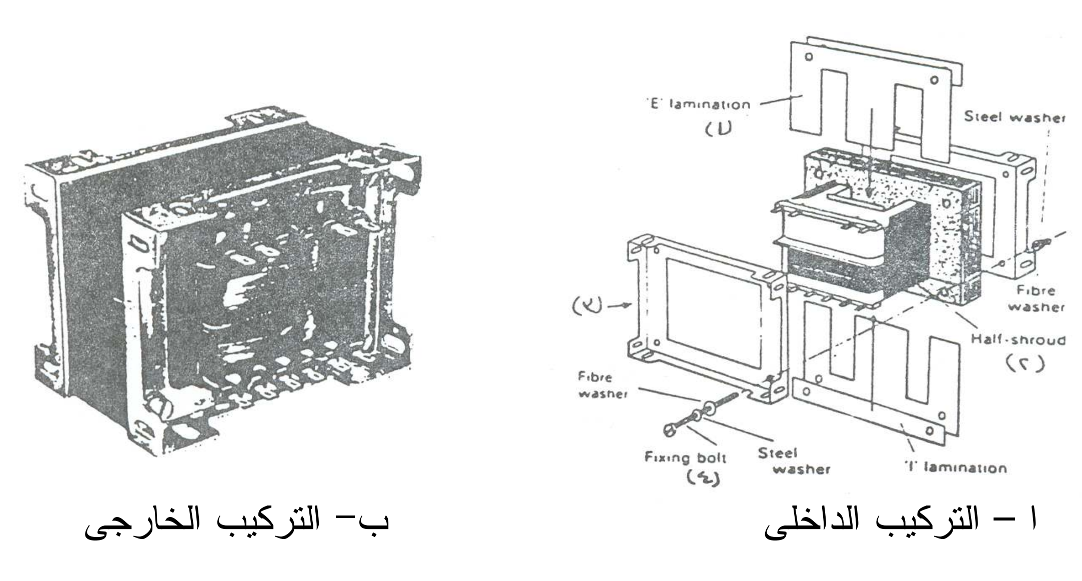
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

وعلى ذلك فإن النسبة بين عدد لفات الابتدائي وعدد لفات الثانونى لا تحدد فقط النـــسبة بين جهد المصدر وجهد الحمل ولكنها تحدد أيضاً النسبة بين التيار المار في الملـــف الثـــانوى والتيار المار في الملف الابتدائي .

تركيب المحول الكهربي :

يتكون المحول الكهربي في شكل (2–16) من قلب حديدى (1) يتكون من شرائح مـــن الصلب السليكونى الرقيقة المطلية بمادة عازلة لتقليل التيارات الاعصارية والمفاقيد المغناطيسية وتتكون شرائح الصاج من مجموعتين احداهما تأخذ شكل] أو E والآخرى تأخذ شكل I حتى يصل تجميعها حول بكرتين من الفبر (2) فتكون إحدى الطبقات على شكل EI بينمـــا الطبقـــة التالية على شكل (|∃) وتلف على أحد البكرتين لفات الملف الابتدائي وتلف علـــى البكـــرة الأخرى لفات الملف الثانوى وكل من الملفين يتكون من سلك نحاس معزول بمادة عازلة مثـــل

الورنيش ملفوف على البكرة بالعدد المطلوب من اللفات وتثبت اطراف كل ملف على أحد جانبى البكرة الخاصة به حتى يسهل توصيلها بعد التجميع والقلب الحديدي يجمع شريحة بعد الأخرى في شكل متداخل كما وضحنا حتى يملأ الحيز الداخلي للبكرتين ، ثم يستكمل البكرتيين بقطع من الفبر ويغلف القلب الحديدى بهيكل معدنى خارجي (3) مثبت بمسامير تمر عبر القلب الحديدى (4) . وشكل (2–16) يوضح تركيب المحول .

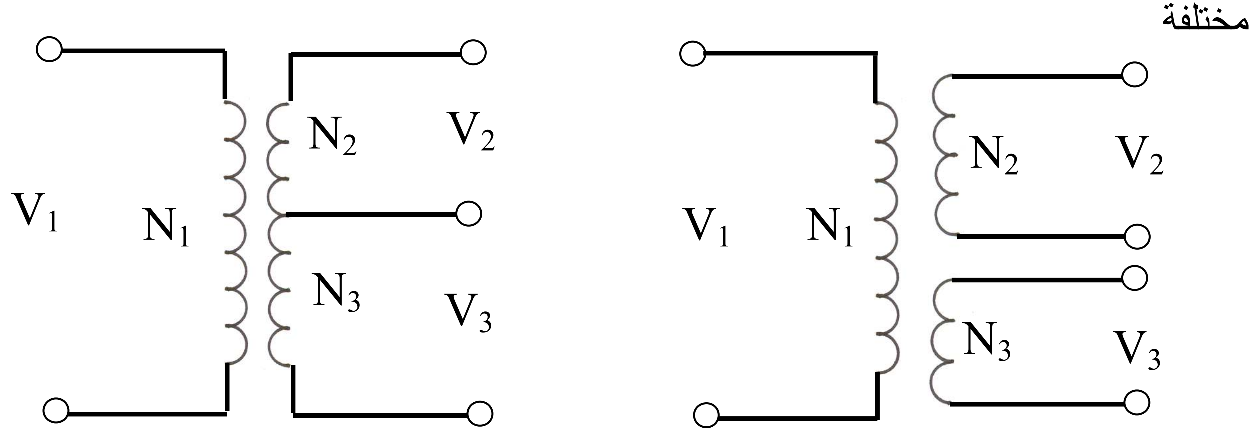


ا – التركيب الداخلى ب– التركيب الخارجى

شكل (2–16) تركيب المحول

المحولات متعددة اللفات :

قد تستلزم بعض الاستخدامات أن تلف المحولات بملف ثانوى مقسم الى ملفين أو أكثر شكل (2–17 – أ ، ب) وذلك عندما تدعو الحاجة الى الحصول على جهود وتيارات خرج مختلفة



شكل (2–17– أ ، ب)

وتكون القدرة للدخل = قدرة الخرج الأول + قدرة الخرج الثاني

$$P_{in} = P_{aut1} + P_{out2}$$

$$I_1 V_1 = I_2 V_2 + I_3 V_3$$

استخدامات المحولات في الترددات المختلفة :

تصنف المحولات المستخدمة في الدوائر الالكترونية من حيث التركيب إلى نوعين هما:

1- المحولات ذات القلوب المغناطيسية :

وهى محولات ذات قلوب (حديدية – فيريتات) وهى تنقسم من حيث الاستخدام في الدائرة الالكترونية إلى :

أ) المحولات التي تستخدم كمصدر للقدرة الكهربية :

حيث يكون ترددها مساوياً لتردد الشبكة الكهربية وتصل قدرتها الى حوالى 1000 فولت.أمبير وقد يحتوى الملف الثانوى على أكثر من ملفين أو ذات نقط تفريع متعددة الجهود.

ب) محولات التردد السمعي :

هى محولات صغيرة القدرة مصممة لتعمل على الترددات من (15-20 كيلو هرتز) حيث تستخدم في الموائمة بين المكبرات وفي دوائر التغذية المرتدة .

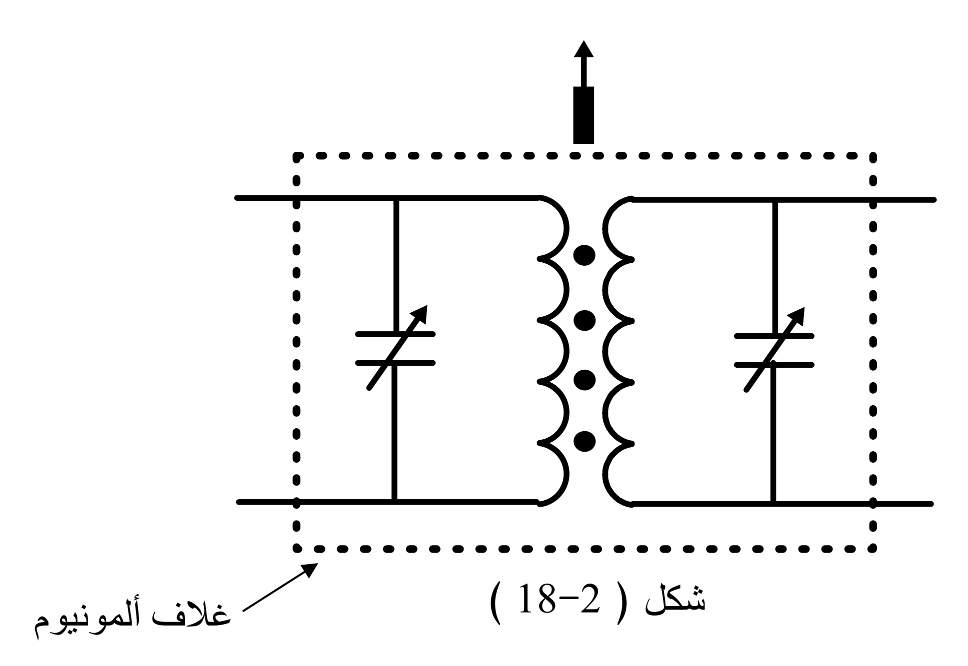
جـ) محولات التردد المتوسط :

تستخدم فى مكبرات التردد المتوسط لأجهزة الإستقبال (الراديو) ويكون قلب هذه المحولات من الفرايت .

ويتركب المحول من ملفين متصل كل منهما بالتوازى بمكثف بغلاف من الألومنيوم كحجاب واقى من المجالات المغناطيسية .

ويمكن أن يتم ضبط التردد المتوسط بجعل القلب متحرك أو المكثفات متغيرة السعة .

والشكل (2- 18) يبين تركيب المحول وكيفية ضبط التردد بتحريك القلب .

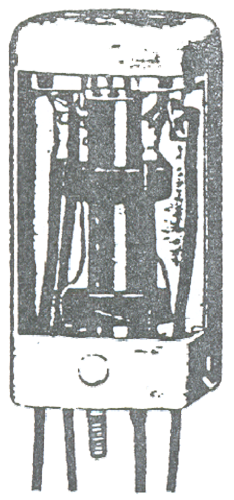


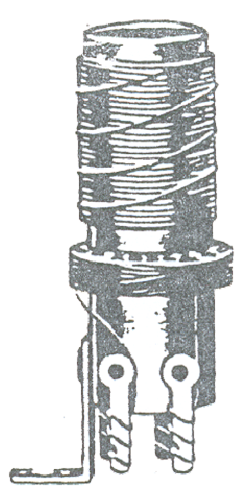
شكل (2−18)

د) المحولات ذات القلب الهوائي :

شكل (2−19) يبين محولات القلب الهوائى حيث يلف هذا النوع من المحولات حول دليل تشكيل من مادة عازلة (غير مغناطيسية) ويستخدم هذا النوع فى الدوائر الالكترونية ذات الترددات الفائقة .

ملحوظة : تستخدم المحولات ذات القلب الهوائي في ترددات اللاسلكي وذلك لانعدام المفاقيد التي تحدث من التيارات الاعصارية التي تتولد في القلوب الحديدية مما يسبب تلف العزل وحرق المحول





شكل (2 −19)

المحولات ذات القلب الهوائى

تذكر (التأثيرات المختلفة للتيار الكهربي)

- حركة الالكترونات خلال الموصل يتسبب عنها سريان تيار كهربي وتجعل كل الالكترونات تدور حول النواه في اتجاه واحد مما يجعل المجالات المغناطيسية المتولدة في اتجاه واحد لها مجال قوى .
- إذا مر تيار كهربي في موصل ينشأ عنه مجال مغناطيسي من دوران الالكترون حول النواه فى دوائر مغلقة .
- يعتمد اتجاه المجال المغناطيسي حول الموصل على اتجاه مرور التيار الكهربي .
- يمكن تعيين اتجاه المجال حول موصل مار به تيار بتطبيق قاعدة اليد اليمنى .
- تزداد كثافة المجال المغناطيسي كلما اقتربنا من الموصل .
- يتغير اتجاه خطوط المجال المغناطيسى بتغيير إتجاه سريان التيار الكهربي .
- إذا قطع مجال مغناطيسيى متغير مع الزمن موصل تولد في هذا الموصل ق.د.ك .
- من قانون فاراداي للمولد الكهربي أنه اذا قطع موصل ساحة مغناطيسية فإنه تستنتج بالموصل ق . د . ك وتكون قيمتها اكبر ما يمكن عندما تكون زاوية القطع 90^{5} .
- لتوليد ق . د . ك لابد من توافر (موصل – مجال مغناطيسى – حركة نسبية بينهم)
- القوة الدافعة الكهربية الناتجة عن حركة موصل في مجال مغناطيسي ساكن تسمى قوة دافعة ديناميكية .
- القوة الدافعة الكهربية الناتجة عن حركة المجال المغناطيسي مع وجود موصل ساكن تسمى قوة دافعة استاتيكية .
- الحث الذاتي هو توليد قوة دافعة كهربية بالتأثير في ملف نتيجة لتغير الفيض في نفس الملف .
- الحث المتبادل هو توليد قوة دافعة كهربية في ملف نتيجة تغير المجال في ملف آخر مجاور له

- لحساب شدة المجال المغناطيسي عند نقطة تبعد عن موصل يمر به تيار من قانون بيوت سافارت .

$$B = \frac{\mu \cdot I}{2\pi \cdot r}$$

B كثافة المجال ، I شدة التيار ، r بعد النقطة عن الموصل .

- إذا مر تيار فى ملف حول قلب حديدى فإن القلب الحديدى يتمغنط .
- يستخدم الملف الحلزونى في التطبيقات التي تتطلب مجـالاً مغناطيـسياً قويـا مثـل المحولات الكهربية وقواطع التيار .
- المغناطيس الكهربي يتكون من ملف حلزونى ملفوف حول قلب من الحديد أو الصلب
- اذا قطع موصل مجال مغناطيسى وهو متعامد عليه نحصل علـى أقـصى ق. د. ك مستنتجة .
- إذا كان الموصل موازيا للمجال مغناطيسى فإن القوة الدافعـة الكهربيـة المـستنتجة تساوى صفراً .
- اذا مر تيار في موصل موجود داخل ساحة مغناطيسية تنشأ على الموصل قوة تـدفع الموصل ناحية اليسار او ناحية اليمين على حسب اتجاه التيار في الموصل.
- المحول الكهربي جهاز كهرومغناطيسي يستخدم لرفع او لخفض الجهد ويعمل بالتيار المتغير

أسئلة على الباب الثاني

1-ما هى العوامل التي يتوقف عليها القوة الدافعة الكهربية المتولدة في موصـــل يتحـــرك فـــي مجال مغناطيسى ساكن ؟

2- أذكر مع الشرح القانون الأول لفاراداي .

3- استنتج قانون القوة الدافعة الديناميكية .

4- وضح الفرق بين القوة الدافعة الديناميكية والقوة الدافعة الاستاتيكية .

5- ما هى العوامل التي تتوقف عليها القوة الدافعة الكهربية الاستاتيكية ؟

6- ضع خطاً تحت الاجابة الصحيحة في كل مما يأتي :

أ- يمكن توليد قوة دافعة كهربية في موصل ساكن عن طريق

1- تغيير المجال المغناطيسي .

2- تواجد شحنات موجبه وشحنات سالبة .

3- مجال مغناطيسي ثابت .

ب- اذا تحرك سلك من النحاس في مجال مغناطيسي

1- يتولد تيار كهربي في السلك .

2- تتولد قوة دافعة كهربية فى السلك .

3- يصبح السلك ممغنطاً .

جـ- تتوقف القوة الدافعة الكهربية الاستاتيكية على

1-عدد خطوط القوى المغناطيسية .

2- معدل قطع خطوط القوى المغناطيسية .

3- مقاومة الموصل الكهربي .

د – يعتبر الجهد الكهربي

1- صورة من صور طاقة الحركة .

2- صورة من صور طاقة الدفع .

3- شيئ آخر .

هـ- لا تعتمد قيمة القوة الدافعة الكهربية الديناميكية على

1- طول الموصل .

2- سرعة الموصل .

3- نصف قطر الموصل

7- لماذ يعتبر الجهد الكهربي صورة من صورة طاقة الوضع ؟

8- يوجد قضيب من النحاس طوله 1.5 متر فوق سيارة تسير بسرعة 60 كيلو متر/ساعة أوجد قيمة القوة الدافعة الكهربية التي تتولد في القضيب إذا كانت كثافة المركبة الرأسية للمجال المغناطيسي للكرة الأرضية 0.03 ميللي وبر / متر مربع .

9- تتولد قوة دافعة كهربية في موصل ساكن عن طريق

1- تغيير المجال المغناطيسى .

2- شحنات موجبة وشحنات سالبة .

3- تثبيت قيمة المجال المغناطيسي .

10- وضع موصل عمودياً على مجال مغناطيسي . التيار المار فى الموصل شدته 5 أمبير وطول الموصل 12 سم . فإذا كانت كثافة المجال المغناطيسى 1.5تسلا فإحسب القوة التي تؤثر على الموصل .

11- سلك مستقيم طوله 100سم ويحمل تياراً مقداره 50 أمبير ويقع عمودياً على مجال مغناطيسي كثافته واحد تسلا . إحسب القوة التي تؤثر على السلك .

12- يحتوى أحد الملفات على 3000 لفة ويحمل تياراً 0.1 أمبير . طول الدائرة المغناطيسية 15 سم ومساحة مقطع الملف 4سم2 . احسب ما يلي علماً بأن الملف ذو قلب هوائى .

أ- شدة المجال المغناطيسي .

ب- كثاقة المجال المغناطيسي .

جـ- الفيض المغناطيسي .

13- يتحرك سلك بسرعة 40متر/ثانية في مجال مغناطيسي كثافته 1.5 ويبر/متر مربع . وإذا كان طول السلك 50 سم فإحسب القوة الدافعة الكهربية التي تتولد بين طرف السلك في الحالات الآتية :

أ- السلك يميل 30 5 على اتجاه المجال المغناطيسي .

ب- عمودى على إتجاه المجال المغناطيسي .

جـ- موازياً لإتجاه المجال المغناطيسي .

14- سلك مستقيم طوله 80 سم يحمل تيارا 20 أمبير وموضوع في مجال مغناطيسي كثافته 12000 جاوس . أوجد القوة المؤثرة على السلك اذا كان المجال المغناطيسي عمودياً عليه.

15- ملف لولبى طوله 100 سم وقطره واحد سنتيمتر . لف بسلك معزول بعدد من الملفات قدرها 600 لفه . احسب شدة المجال المغناطيسي عند مركز الملف عندما يحمل تياراً مقداره 2أمبير .

16- محول كهربي جهد الملف الابتدائي 200 فولت وعدد لفات الملف الابتدائي 800 لفة وعدد لفات الملف الثانوى 200 لفة والملف الثانوي يغذى حملاً قدره 5 أمبير احسب :

1- جهد الملف الثانوى .

2- شدة تيار الملف الابتدائي .

الباب الثالث

نظريات الدوائر الكهربية

3-1 قانونا كيرشوف – أمثلة وتطبيقات على قانونى كيرشوف

3-2 نظرية ثفنن – أمثلة وتطبيقات على نظرية ثفنن

الباب الثالث : نظريات الدوائر الكهربية

عناصر الدائرة الكهربية :

تتكون الدائرة الكهربية في أبسط صورها من العناصر الآتية :

أ- مصدر القدرة الكهربية .

ب- الموصلات الكهربية .

جـ- الأحمال الكهربية .

وسنتناول – فيما يلي – شرح كل عنصر من العناصر السابقة بشيء من التفصيل.

*** مصدر القدرة الكهربية :**

هذا العنصر يسمى بالعنصر الفعال (Active Element) في الدائرة الكهربية ، وهو مصدر انتاج (أو إمداد الدائرة الكهربية) بالطاقة الكهربية . وهذه الطاقة تظهر عادة على شكل فرق جهد يبين طرفى خرج المصدر وهذا الفرق في الجهد يسمى بالقوة الدافعة الكهربية والتي تقاس بالفولت . ويسمى المصدر في هذه الحالة بمصدر الجهد الكهربي (Voltage Source) وتحدد قطبية طرفي المصدر عن طريق اتجاه التيار في الدائرة .

ولإمرار التيار في الدائرة الكهربية يجب أن يكتمل المسار من الطرف السالب إلى الطرف الموجب لمصدر القدرة الكهربية . وإذا لم يكتمل هذا المسار فلا يمر تيار في الدائرة وتسمى في هذه الحالة بالدائرة المفتوحة Open Circuit ومن هنا يمكن تعريف الدائرة المفتوحة بأنها الدائرة الكهربية التي لا يمر بها تيار . وبالتالي تكون الدائرة المغلقة (Closed Circuit) هى الدائرة التي يمر بها تيار كهربي .

*** الموصلات الكهربية :**

الموصلات الكهربية (Electric Conductors) هى التى تربط بين مصدر القدرة الكهربية والاحمال ، و هى بذلك يجب ان تكون مصنوعه من مادة جيدة التوصيل للكهرباء مثل النحاس او الالمونيوم . و هما اكثر استعمالاً من اى مادة أخرى بالرغم من أنهما ليسا أحسن الموصلات الكهربية . تعتبر الفضة هى أفضل المواد الموصلة للكهربية حيث أن مقاومتها النوعية هى الأقل .

ويتم تصنيع المواد الموصلة – في معظم الأحيان – على هيئة اســلاك (Wires) أو قضبان (Bars) أو أنابيب (Tubes) .

والأسلاك يمكن إستخدامها إما سلكا واحداً (مفرداً) أو مجموعة من الأسلاك الملفوفــه حول بعضها لزيادة المرونة والقوة الميكانيكية ويمكن أن تكون عارية (كما في خطــوط نقــل القدرة الكهربية) أو تكون معزولة بواسطة طبقة مصنوعة من مادة عازلة (كما في الكابلات)

الموصلات التي تكون على هيئة أنابيب عبارة عن اسطوانات مفرغة ومــصنوعه مــن مادة جيدة التوصيل للكهرباء ، وهى التي تستخدم في أجهزة الإرسال لدوائر الترددات العالية.

القضبان عادة ما تكون موصلات ذات سمك كبير وتستخدم لحمل تيارات كبيرة تــصل الى مئات الأمبيرات في محطات توليد الطاقة الكهربية . أما القضبان ذات السمك الصغير(على شكل مربع طول ضلعه 2 ميللميتر) فتستخدم في الدوائر الإلكترونية .

*** الأحمال الكهربية :**

الاحمال الكهربية (Electric Loads) هى المعدات والأجهزة التي تــستهلك الطاقــة الكهربية .

يمكن تمثيل الحمل الكهربي إما بالمقاومة أو بالحث الذاتي أو بالسعة الكهربية . تعتبــر الأحمال الكهربية هى العناصر الغير فعالة (Passive Elements) في الــدوائر الكهربيــة . يجب أن نلاحظ أن تعريف الحمل الكهربي المذكور سابقاً هو في أبسط صورة .

إذ أن مفهوم الأحمال الكهربية في حالة الدوائر الكهربية الكبيرة (أى الشبكات الكهربية مثلاً) يكون أوسع من ذلك حيث يشتمل على الأحمال الــصناعية (مثــل المــصانع والــورش الكبيرة) . وأحمال النقل (مثل و سائل النقل التي تسير بالطاقة الكهربية) والأحمال المنزلية.

1-3 قانونا كيرشوف :

تمكن عالم الطبيعة الالماني جوستاف كيرشوف من وضع قـانونين يعرفـان بقـانوني كيرشوف . ويعتبر هذان القانونان الأساس لتحليل ودراسة الدوائر الكهربية.

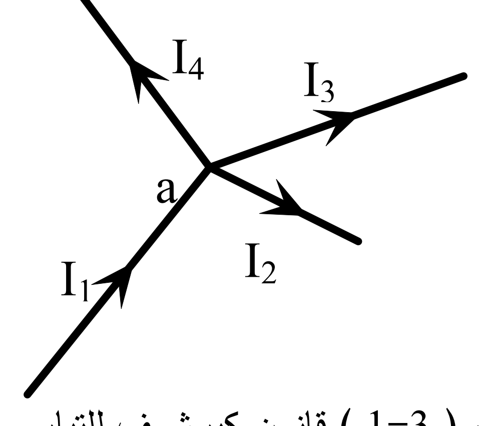
قانون كيرشوف الأول :

يعرف هذا القانون – أيضاً – بقانون كيرشوف للتيار – وينص على الآتي :

" عند أى لحظة يكون مجموع التيارات الداخلة إلى أى نقطة إتصال في دائرة كهربية تـساوى مجموع التيارات الخارجة منها " .

فمثلاً في جزء الدائرة الكهربية المرسوم في شكل (1-3) نجد أنه بتطبيق قانون كيرشوف الأول للتيار عند نقطة الاتصال a نحصل على :

$$I_1=I_2+I_3+I_4$$



شكل (1-3) قانون كيرشوف للتيار

يجب أن نلاحظ أن قانون كيرشوف الأول هو أحد تطبيقات قاعدة بقـاء الطاقـة فمـن المعروف أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث ولا تأتي من العدم . وتفسير ذلك هو أنـه لا يمكـن حدوث تجمع للشحنات الكهربية عند أى نقطة إتصال في الدوائر الكهربية ، فأى شحنة داخلـة لهذه النقطة يجب أن يقابلها شحنة أخرى تخرج من نفس النقطة .

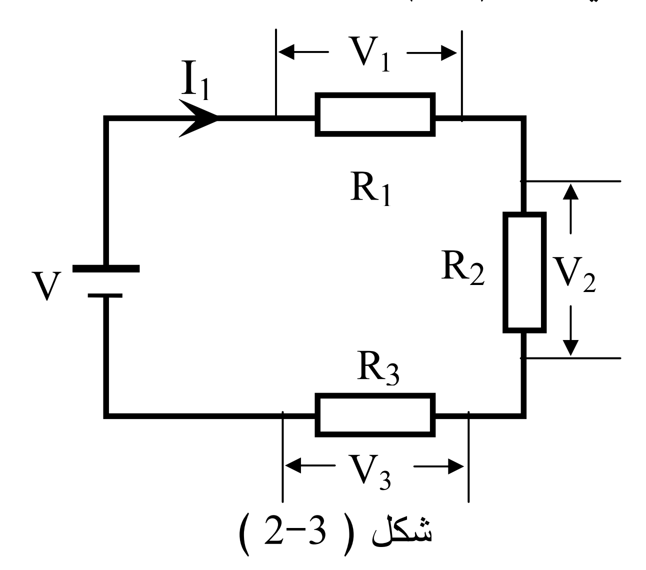
قانون كيرشوف الثاني :

يعرف قانون كيرشوف الثاني – أيضاً – بقانون كيرشوف للجهد الكهربي وهـو يـنص على الآتي :

" عند أى لحظة يكون المجموع الجبري للقوى الدافعة الكهربية في أى دائرة كهربيـة مغلقـة مساوياً للمجموع الجبرى لفروق الجهد بين أطراف المقاومات في هذه الدائرة المغلقة " .

فمثلاً في الدائرة الكهربية المغلقة الموجودة في شكل (3–2) نجد أنه بتطبيق قانون كيرشوف الثاني نحصل على:

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$



شكل (3–2)

حيث: V هى القوة الدافعة الكهربية للبطارية

$V_1=I.R_1$, $V_2=I.R_2$, $V_3=I.R_3$

I هو التيار المار فى الدائرة المغلقة

يجب أن نلاحظ أيضاً أن قانون كيرشوف الثاني هو أحد تطبيقات قاعدة بقاء الطاقة. ويمكن تفسير ذلك كما يلي :

إذا كانت W تمثل الطاقة الكهربية التي تعطيها البطارية ، W_1 هى الطاقة التى تستهلكها المقاومة R_1 ، W_2 هى الطاقة الكهربية التى تستهلكها المقاومة R_2 ، W_3 هى الطاقة التي تستهلكها المقاومة R_3 في نفس الفترة الزمنية فيمكن أن نقول

$$W = W_1 + W_2 + W_3$$

وإذا كانت الشحنة الكهربية التي تنساب في الدائرة المغلقة الموضحة بشكل (3–2) في نفس الفترة الزمنية هي Q فإننا نحصل على

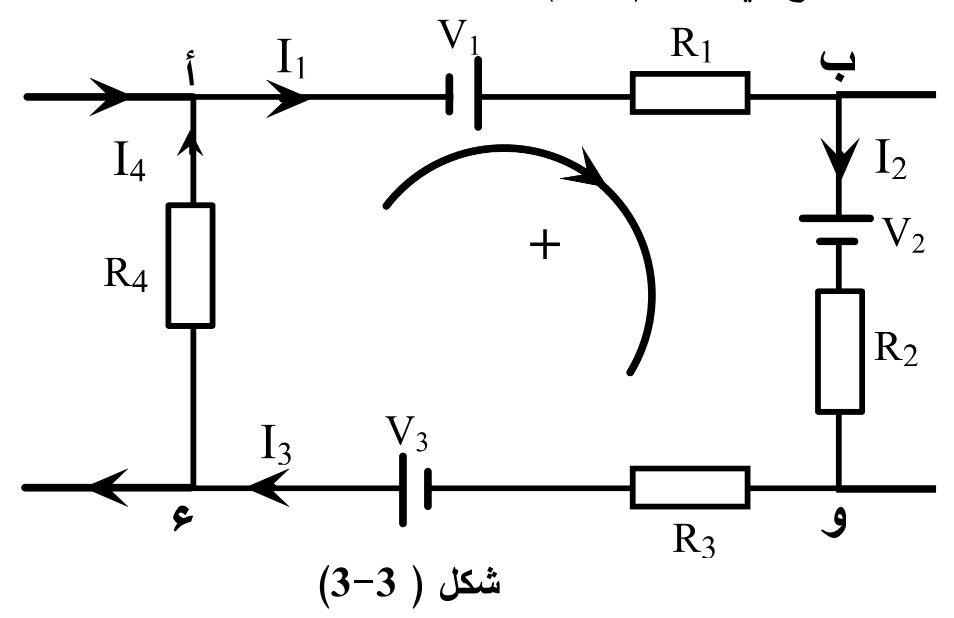
$$\frac{W}{Q} = \frac{W_1}{Q_1} + \frac{W_2}{Q_2} + \frac{W_3}{Q_3}$$

بما أن الشغل المبذول (الطاقة) لكل وحدة شحنة كهربية تمثل الجهد الكهربي تصبح المعادلة السابقة كما يلي :

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

وهى نفس قانون كيرشوف للجهد الكهربي ويطبق هذا القانون على أى جزء من الدائرة الكهربية المغلقة .

ففي بعض الدوائر الكبيرة المعقدة والتي لها اكثر من منبع واحد للقوة الدافعة الكهربية للتغذية كما هو واضح في شكل (3−3)



شكل (3−3)

فإننا نتبع الآتي :

نفرض أن الاتجاه الموجب للتيارات هو اتجاه عقارب الساعة مثلاً وهذا أمراً اختياراً يجب تحديده – نحدد إتجاه التيارات فى الأفرع للدائرة تبعاً للفرض السابق.

ويتضح لنا من الشكل (3−3) أن التيار يسري من النقطة أ إلى النقطة ب في الفرع (أب) أى من النقطة الأعلي جهداً الى النقطة الأقل جهداً ويحدث هبوطاً في الجهد خلال النقطتين لذلك نجد أن في الجزء (أ ب)

جهد أ + V_1 − I_1 R_1 = جهد ب   (1)

ونجد في الجزء (ب و)

جهد ب− V_2 − I_2 R_2 = جهد و   (2)

ونجد في جزء (و ء)

جهد و − R_3 − I_3 + V_3 = جهد ء   (3)

ونجد في جزء (ء أ)

جهــد ء $- I_4 R_4 =$ جهــد أ (4)

وبجمع المعادلات 1، 2، 3، 4 نجــد أن:

$$I_4 R_4 + I_3 R_3 + I_2 R_2 + I_1 R_1 = V_3 + V_2 + V_1$$

وهذا يدل على أن مجموع (ق . د . ك) الجبرى = مجموع (I . R)

∴ المجموع الجبرى للقوى الدافعة الكهربية في أى دائرة كهربية مقفلة يساوى المجموع الجبري لهبوط الجهد في نفس الدائرة مأخوذة في اتجاه دورى واحد أى أن في أى دائرة مغلقــة يكــون المجموع الجبرى للقوى الدافعة الكهربية ومجموع الجهود المفقودة بالدائرة يساوى صفر .

وعند تطبيق قانون كيرشوف الثاني يؤخذ في الاعتبار القواعد التالية :

1- تكتب إشارة القوة الدافعة الكهربائية (+) موجبه اذا كان التيار يمر فــي اتجــاه عقــارب الساعة (وهو اتجاه التيار المفروض) .

2- تكتب إشارة القوة الدافعة الكهربية سالبة (-) اذا كان إتجاه مرور التيار فى إتجاه عكــس عقارب الساعة (وهو عكس اتجاه التيار المفروض) .

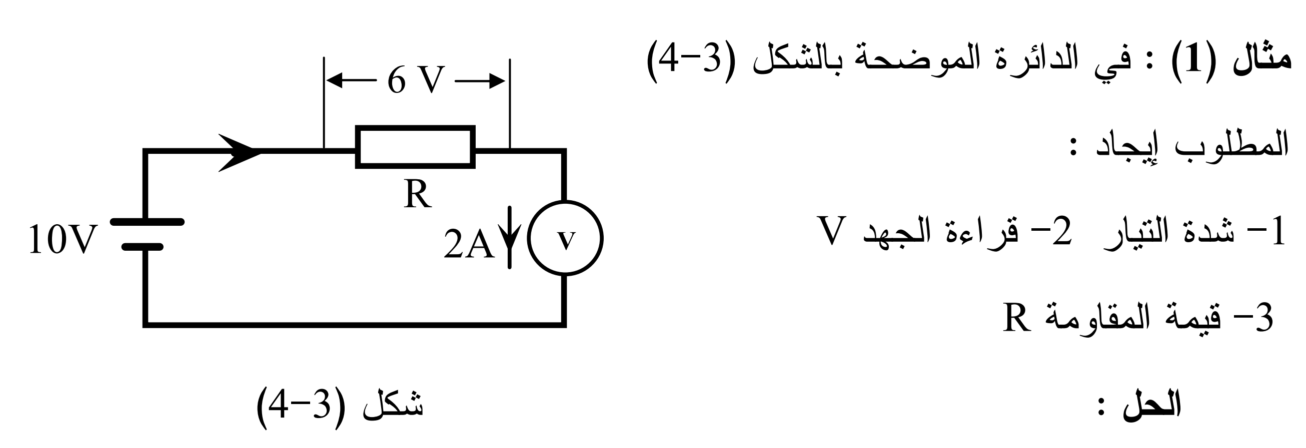
3 – تكتب إشارة الجهد المفقود فى المقاومات (-) سالبة إذا كان التيار المار بها هــو نفــس اتجاه التيار المفروض للدائرة المغلقة ، واشارة (+) إذا كان التيار المار بها عكس اتجــاه التيار المفروض .

مثال (1) : في الدائرة الموضحة بالشكل (3-4)

المطلوب إيجاد :

1- شدة التيار 2- قراءة الجهد V

3- قيمة المقاومة R



شكل (3-4)

الحل :

من قانون كيرشوف الأول التيار لم يتفرع وبالتالي التيار ثابت = 2A

$I = 2\ A$

بتطبيق قانون كيرشوف الثاني:

$- e\,m\,f + I\,R + V = 0$

$-10 + 6 + v = 0.$

$V = 4$ Volts.

حيث أن التيار ثابت = 2A وفرق الجهد عند طرفي المقاومـــة (R) يساوى 6 volt

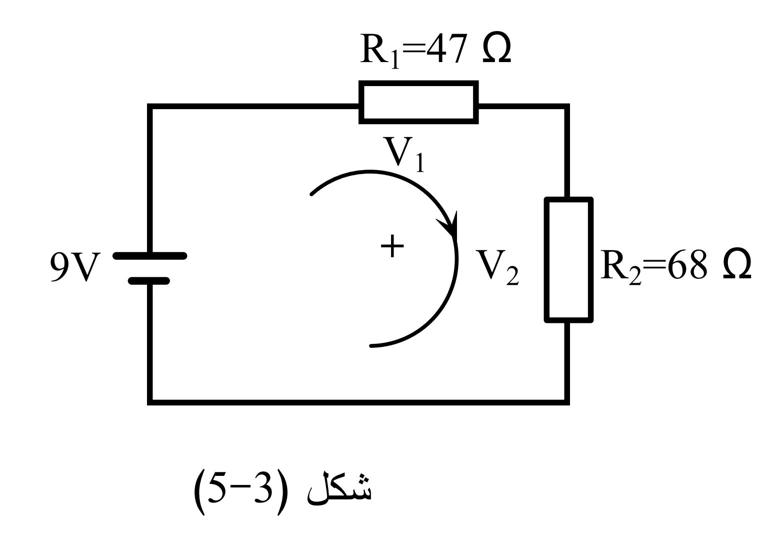
$$R = \frac{V}{I} = \frac{6}{2} = 3\,\Omega$$

مثال (2) في الدائرة بشكل (3−5)

أوجد : أ – شدة التيار

ب – فرق الجهد V_1

جـ– فرق الجهد V_2



شكل (3−5)

الحل :

الدائرة لم تتفرع ∴ التيار I ثابت

من قانون كيرشوف الثاني

$$- e\,m\,f + I R_1 + IR_2 = 0$$

$$- 9 + I (R_1 + R_2) = 0$$

$$- 9 + I (47 + 68) = 0$$

$$\therefore I = 0.783\ A$$

$$V_1 = IR_1 = 0.783 \times 47 = 3.68 \text{ volts.}$$

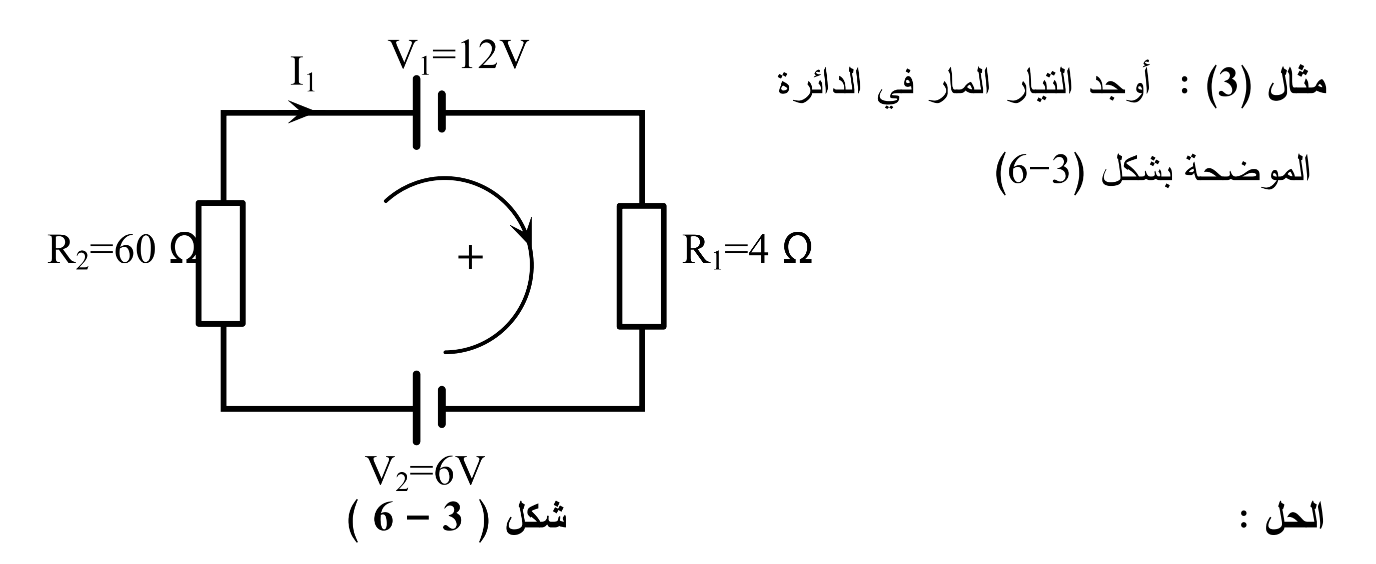
$$V_2 = I\,R_2 = 0.783 \times 68 = 5.32 \text{ volts.}$$

$$V_1 + V_2 = 3.68 + 5.32 = 9$$

تحقيق: $V = e \cdot m.f$

وهذا يتوافق عددياً مع قانون كيرشوف الثاني.

مثال (3) : أوجد التيار المار في الدائرة الموضحة بشكل (3−6)



شكل (3 − 6)

الحل :

1− نبدأ بإختيار الاتجاه الموجب للتيار وليكن في اتجاه عقارب الساعة .

2− نوزع التيار في أى دائرة مغلقة في الشبكة الكهربية ومن قانون كيروشوف الثاني .

$-V_1 + V_2 = IR_1 + IR_2.$

ويلاحظ أن V_1 وضعت بالسالب لأنها عكس الفرض الموجب

$$- 12 + 6 = I (4) + I (60)$$

$$- 6 = I (64)$$

$$\therefore I = \frac{-6}{64} = -0.094$$

وتدل اشارة (−) أن الاتجاه الفعلي للتيار مضاد للإتجاه الذى اخترناه .

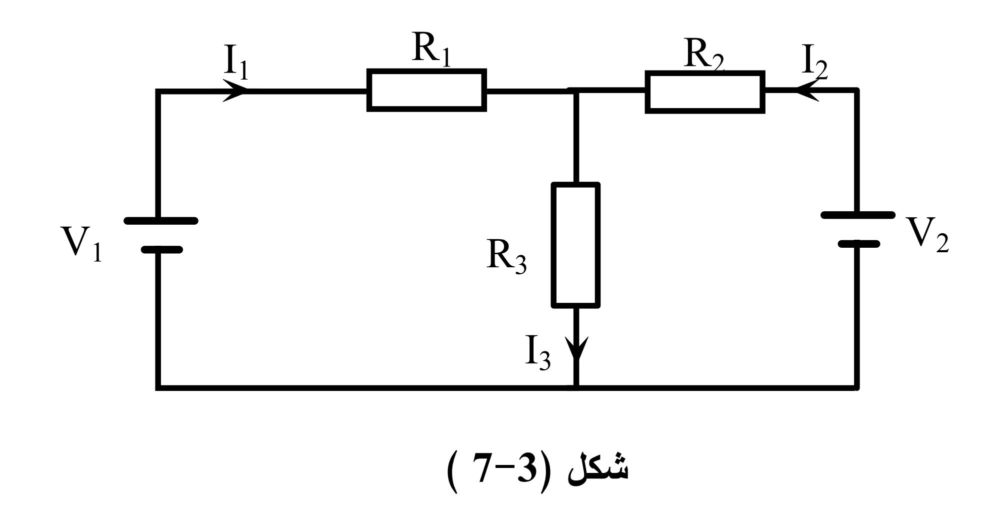
مثال 4 :

فى الدائرة الكهربية الموضحة بشكل (3−7) احسب التيارات في الأفرع المختلفـــة اذا علمـــت الآتي:

$V_2 = 6$ volts. ، $V_1 = 12$ volts

قيم المقاومات الثلاثـــة هي:

$$R_1 = 2\Omega \qquad R_2 = 1\Omega \qquad R_3 = 1\Omega$$



شكل (3−7)

الحل :

نفرض التيارات الثلاثة I_1, I_2, I_3 في الأفرع الثلاثة في الاتجاهات الموضحة بالشكل.

بتطبيق قانون كيرشوف للجهد الكهربي على الدائرتين المغلقتين الموضحتين بالشكل نحصل على:

$$V_1 = I_1 R_1 + I_3 R_3 \qquad \dots (1)$$

$$V_2 = I_2 R_2 + I_3 R_3 \qquad \dots (2)$$

وبتطبيق قانون كيرشوف للتيار .

$$I_1 + I_2 = I_3$$

بمعلومية أن:

$$R_3 = 1\Omega, \qquad R_2 = 1\Omega, \qquad R_1 = 2\Omega, \qquad V_2 = 6V \qquad V_1 = 12V$$

بالتعويض في معادلة (1)

$12 = 2 I_1 + I_1 + I_2$

$12 = 3 I_1 + I_2 \dots (3)$

بالتعويض في المعادلة (2)

$6 = 1 I_2 + 1 I_3$

$6 = I_2 + I_1 + I_2$

$6 = 2I_2 + I_1$

$I_1 = 6 - 2I_2 \qquad (4)$

بالتعويض في المعادلة (1) من المعادلة (4) بقيمة I_1

$12 = 3 (6-2 I_2) + I_2$

$\therefore I_2 = 1.2\ A$

بالتعويض في المعادلة (2)

$I_1 = 6 - 2 I_2$

$= 6 - 2 (1.2)$

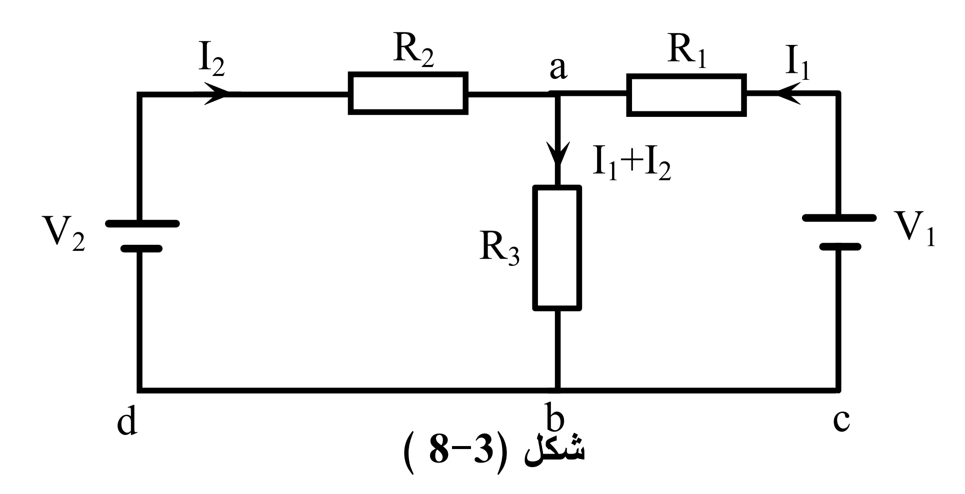
$= 3.6$ A

$I_3 = I_1 + I_2$

$= 3.6 + 1.2 \qquad = 4.8$ A

والمثال التالي يختصر هذا العدد الكبير من المعادلات والتعويض فيهما بأسلوب أكثر اختصاراً

مثال 5 :



شكل (3−8)

فى الدائرة الموضحة شكل (3−8) إحسب شدة التيارات الكهربية المارة في المقاومات الثلاث الموجود في الدائرة الكهربية الموضحة إذا علم أن:

$V_1 = 15$ volts. $\qquad V_2 = 30$ volts.

$R_1 = 3\Omega \qquad R_2 = 3\Omega \qquad R_3 = 6\Omega$

الحل :

نفرض أن I_1 , I_2 كما هو موضح بالشكل بحيث يكون كل منهما خارجان من القطب الموجب للبطارية التى تتبعه .

بتطبيق قانون كيرشوف للتيار عن نقطة الاتصال a نجد أن التيار المار في المقاومة R_3 يجب أن يكون خارجا من نقطة الاتصال وقيمته تساوى $I_1 + I_2$ كما هو موضح بالشكل .

نطبق قانون كيرشوف للجهد على الدائرة المغلقة abca فنجد أن:

$$I_1 R_1 + (I_1 + I_2) R_3 = V_1$$

$$3I_1 + 6(I_1 + I_2) = 15$$

$$9I_1 + 6I_2 = 15 \qquad (1)$$

تطبق كذلك قانون كيرشوف الثاني على الدائرة الكهربية المغلقة (abda) فنحصل على:

$$I_2 R_2 + (I_1 + I_2) R_3 = V_2$$

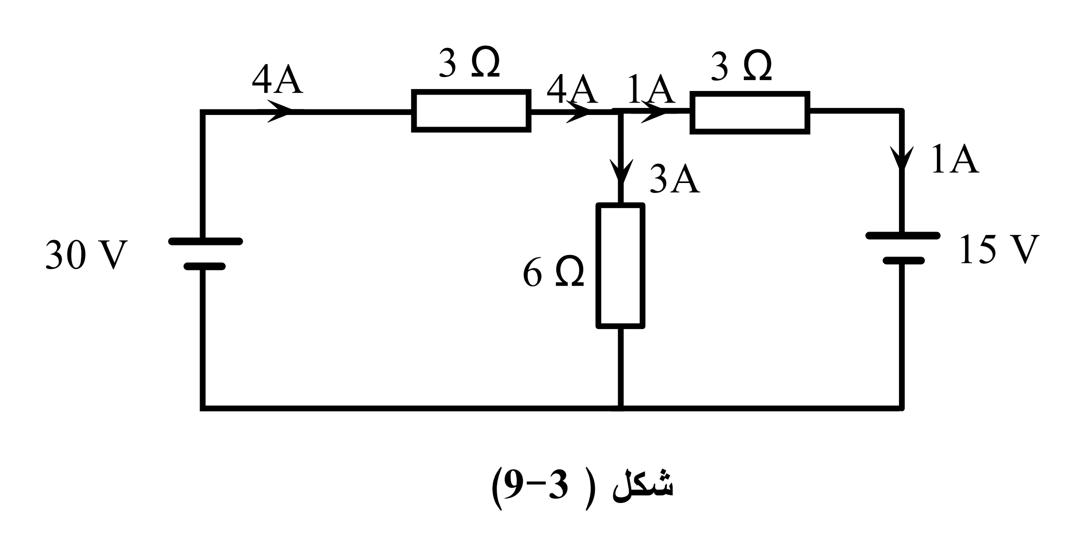
$$3I_2 + 6(I_1 + I_2) = 30 \qquad (2)$$

نحل المعادلتين (1) ، (2) فنحصل على :

$$I_1 = -1 \ A$$

$$I_2 = 4 \quad A$$

وبذلك يكون إتجاه التيار المار في المقاومة R_1 هو عكس الاتجاه المبين بشكل (3-8) وقيمته واحد أمبير ، والتيار المار فى المقاومة R_2 هو نفس الاتجاه المبين بالشكل وقيمته 4 أمبير ويكون اتجاه التيار المار فى المقاومة R_3 هو نفس الاتجاه المبين بالشكل وقيمته 3 أمبير ويوضح شكل (3-9) حل هذه الدائرة وعليها القيم الصحيحة .



شكل (3-9)

ونلاحظ من الشكل (3−9) :

أ− تحقيق قانون كيرشوف للتيار عند النقطة a وهو أن

المجموع الجبرى للتيارات الداخلة = المجموع الجبرى للتيارات الخارجة .

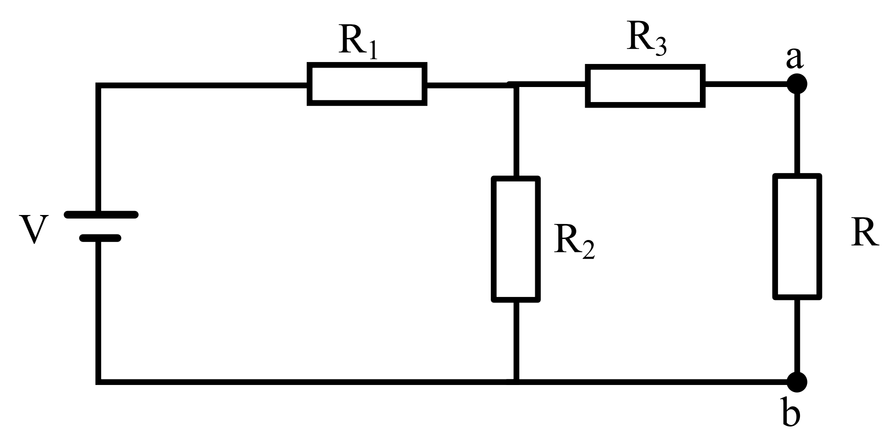
ب− تحقيق قانون كيرشوف للجهد الكهربي للدائرتين المغلقتين abda , abca

3−2 نظرية ثفنن :

وضع عالم الفيزياء الفرنسى ليون ثفنن نظريته المعروفة بإسمه . هذه النظرية تستخدم لحساب قيمة التيار المار في أى فرع في الدائرة الكهربية. كما أن هذه النظرية يمكنها دراسة التغير في التيار في أى فرع في الدائرة الكهربية عندما تتغير قيمة مقاومة هذا الفرع مع بقاء بقية أجزاء ومكونات الدائرة الأخرى ثابتة كما هي . تنص نظرية ثفنن على الآتي :

" أى طرفين في دائرة كهربية تحتوى على مصدر للجهد الكهربي (أو مصدر للتيار) يمكن استبدالها بدائرة أخرى تحتوى على بطارية ذات قوة دافعة كهربية مقدارها V_{TH} تتصل على التوالي بمقاومة قيمتها R_{TH} حيث V_{TH} هى فرق الجهد بين هذين الطرفين في حالة فتحها ، R_{TH} هى المقاومة المحسوبة بين هذين الطرفين عند استبدال جميع مصادر الجهد الكهربي في الدائرة الأصلية بمقاوماتها الداخلية " .

ولتوضيح كيفية تطبيق هذه النظرية نفترض الدائرة الموضحة بشكل (3−10)



شكل (3−10) دائرة كهربية لتوضيح نظرية ثفنن

نفترض كذلك أنه مطلوب إيجاد قيمة التيار في المقاومة R

خطوات الحل كما يلي :

- **الخطوة الاولي :** إزالة المقاومة R من الدائرة وبالتالي تصبح الدائرة الأصلية مفتوحة من الطرفين . a , b .
- **الخطوة الثانية :** حساب فرق الجهد بين الطرفين المفتوحين a, b هذا الجهد هو جهد ثفنن V_{TH} وفي الدائرة الموضحة بشكل (3−10) نجد أن:

$$IR_2 = V_{R_2} = V_{TH} \quad .... (1)$$

$$I = \frac{V}{R_1 + R_2} \quad ....(2)$$

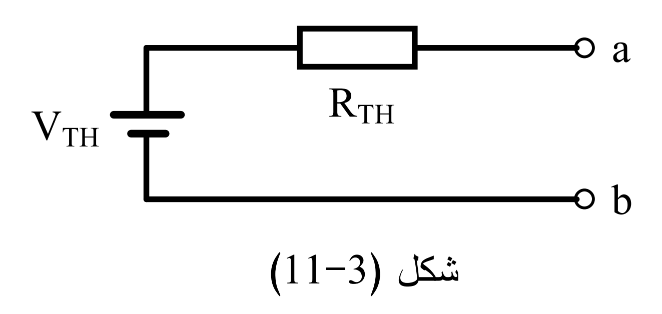
$$\therefore V_{TH} = \frac{V.R_2}{R_1 + R_2}$$ من (1) ، (2)

- **الخطوة الثالثة :** عمل دائرة قصر (short circuit) على البطارية ثم حساب قيمة المقاومة كما نراها من خلال الطرفين المفتوحين a . b

هذه المقاومة هى مقاومة ثفنن المكافئة R_{TH} وللدائرة بشكل (3−10) نجد أن

$$R_{TH} = R_3 + \frac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2}$$

- **الخطوة الرابعة :** دائرة ثفنن تصبح كالموضحة بشكل (3−11)



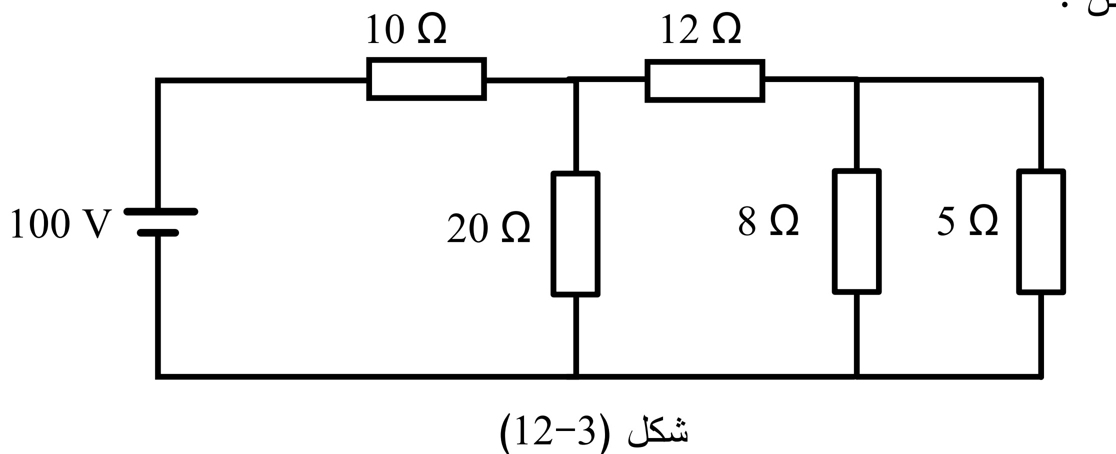
شكل (3−11)

- **الخطوة الخامسة :** حساب قيمة التيار المار في المقاومة R من نظرية ثفنن كالآتي

$$I = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R}$$

مثال (1) :

احسب قيمة التيار المار في المقاومة 5 أوم فى الدائرة الموضحة بـــشكل (3−12) باســتخدام نظرية ثفنن .

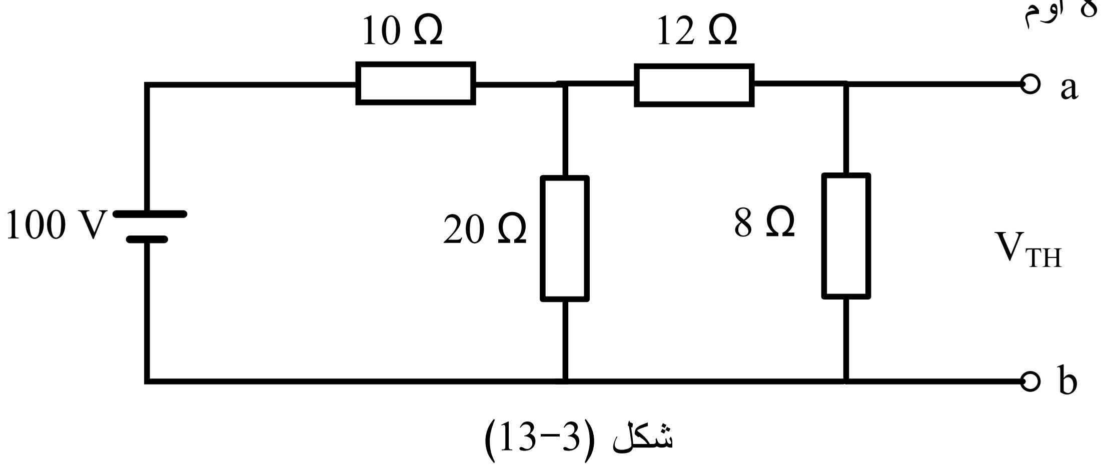


شكل (3−12)

الحل :

الخطوة الاولي : نزيل المقاومة 5 أوم من الدائرة ، وبالتالي نحصل على الـــدائرة الموجـــودة بشكل (3−13) .

الخطوة الثانية : حساب قيمة فرق الجهد بين الطرفين a , b يتطلب معرفة التيار المـــار فـــي المقاومة 8 أوم



شكل (3−13)

يمكن حساب قيم التيارات المارة في جميع أفرع الدائرة كما هو موضح في شكل (3−13)

التيار المار في المقاومة 8 أوم = 2.5 أمبير

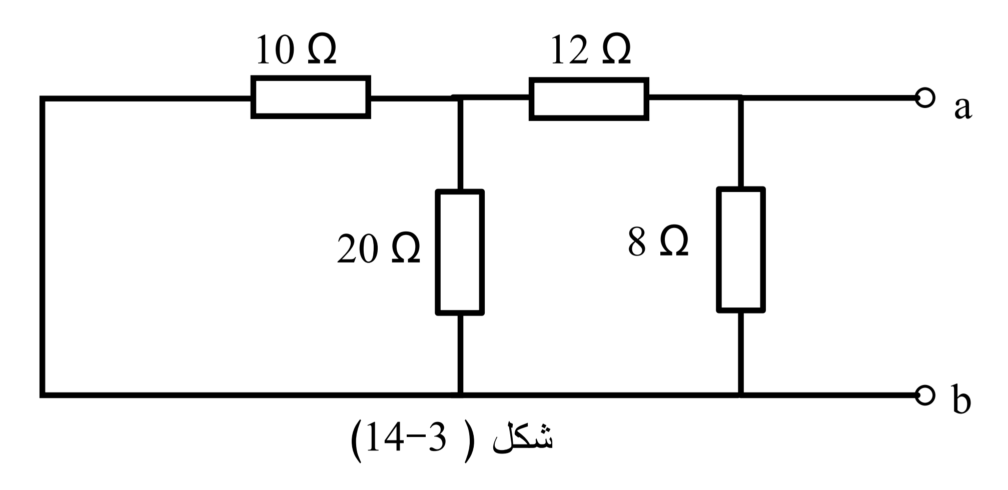
$$V_{TH} = (2.5)(8) = 20V$$

الخطوة الثالثة : لحساب قيمة مقاومة ثفنن المكافئة يتم عمل قصر علـــى البطاريـــة وبالتـــالي نحصل على الدائرة المرسومة في شكل (3−14) .

مقاومة ثفنن المكافئة هى المقاومة التي يمكن قياسـها بـين الطـرفين a , b للـدائرة الموضحة بشكل (3−14) وباستخدام قوانين المقاومات المتصلة على التوالي والتوازي ، حيـث علامة // تمثل حالة توازى بين المقاومات

$R_{ab} = ((10\Omega//20\ \Omega)+12\ \Omega)//\ 8\ \Omega$

نجد أن مقاومة ثفنن $R_{TH} = 5.6\ \Omega$



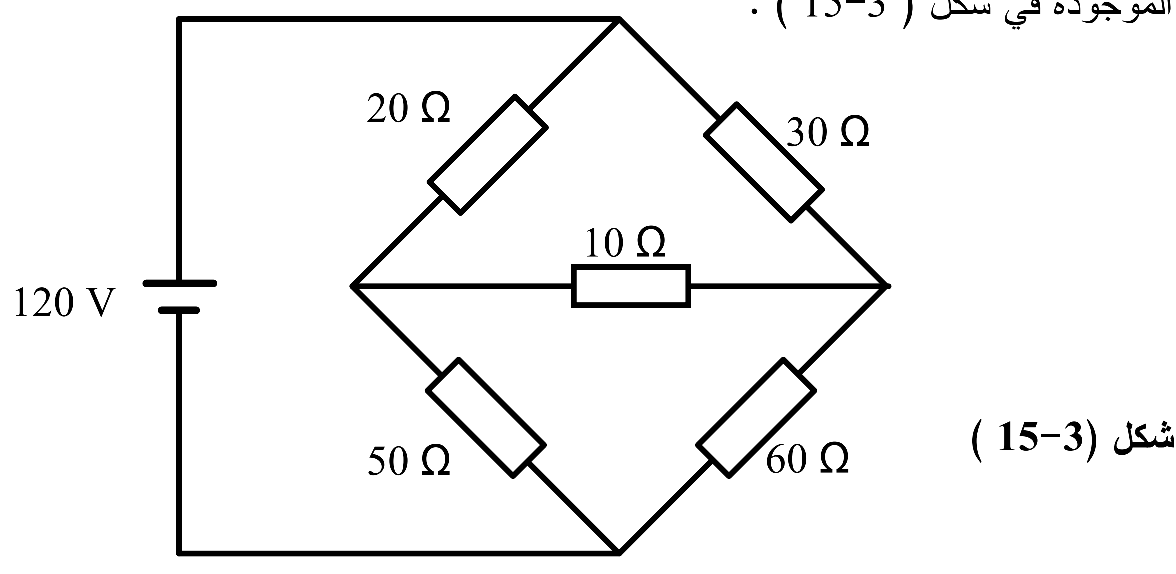
شكل (3−14)

الخطوة الرابعة : للحصول على التيار المار في المقاومة 5 أوم

$$I = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R}$$

$$I = \frac{20}{5.6+5} = 1.887 \quad A$$

مثال (2) : باستخدام نظرية ثفنن إحسب التيار المار في المقاومـة 10 أوم للـدائرة الكهربيـة الموجودة في شكل (3−15) .

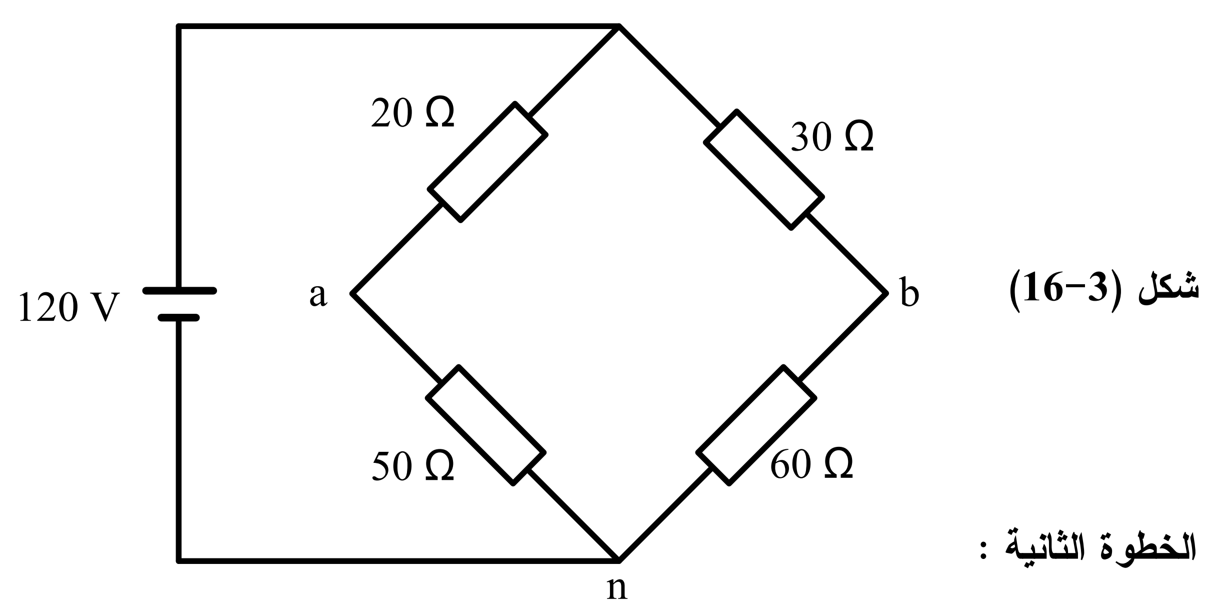


شكل (3−15)

الحل :

الخطوة الأولي :

نزيل المقاومة 10 أوم فنحصل على الدائرة الموضحة بشكل (3−16)



شكل (3−16)

الخطوة الثانية :

حساب قيمة فرق جهد ثفنن المكافيء وهو يساوى فرق الجهد بين النقطتين a , b في شكل

(3−16) من الشكل نجد $V_{TH} = V_{ab} = V_{an} - V_{bn}$

وبحساب التيارات في الدائرة

الموضحة في شكل (3−16) نجد أن

− التيار الكلي الخارج من البطارية 3.05 أمبير

− التيار المار في الفرع a n 1.71 أمبير

− التيار المار في الفرع b n 1.34 أمبير

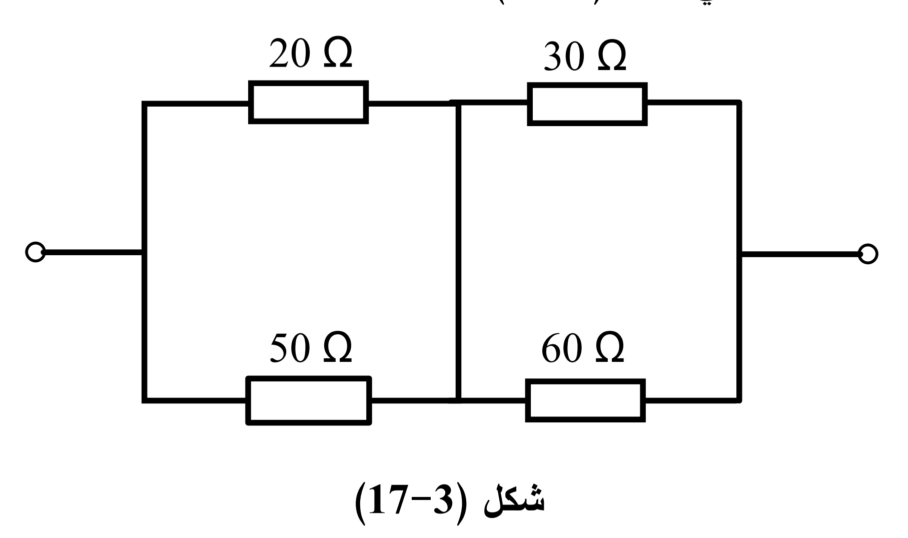
$$V_{an} = (1.71)(50) = 85.5 \text{ volts.}$$

$$V_{bn} = (1.34)(60) = 80.4 \text{ volts.}$$

$$V_{TH} = 85.5 - 80.4 = 5.1 \text{ volts.}$$

الخطوة الثالثة :

لحساب مقاومة ثفنن المكافئة نعمل قصر بين طرفي البطارية وبالتـــالي نحــصل علـــى الدائرة الكهربية الموضحة في شكل (3−17)



شكل (3−17)

نحسب المقاومة المكافئة R_{TH}

$$R_{TH}=\frac{20\times 50}{20+50}+\frac{30\times 60}{30+60}$$

$$R_{TH}=34.3\Omega$$

الخطوة الرابعة:

بالتعويض في المعادلة $I=\frac{V_{TH}}{R_{TH}+R}$

لايجاد التيار المار في المقاومة 10 أوم

$$I=\frac{V_{TH}}{R_{TH}+R}$$

$$I=\frac{5.1}{34.3+10}$$

$$=\frac{5.1}{44.3}$$

$$=0.12 \quad A$$

تذكر (نظريات الدوائر الكهربية)

- **عناصر الدائرة في أبسط صورة : -**

أ- مصدر القدرة الكهربية ب- الموصلات الكهربية جـ- الأحمال الكهربية

- **قانون كيرشوف الأول** : ويسمى بقانون كيرشوف للتيار وينص على الآتي :

"عند أى لحظة يكون مجموع التيارات الداخلة إلى أى نقطة إتصال في دائرة كهربية تساوى التيارات الخارجة منها " .

- **قانون كيرشوف الثاني** : ويسمى بقانون كيرشوف للجهد وينص على الآتي

" عند أى لحظة يكون المجموع الجبرى للقوة الدافعة الكهربية في أى دائرة كهربية مغلقة مساوياً للمجموع الجبرى لفروق الجهد بين أطراف المقاومات في هذه الدائرة المغلقة " .

- **عند تطبيق قانون كيرشوف الثاني** : تكتب إشـارة (ق . د . ك) موجبة (+) إذا كان التيار يمر في اتجاه عقارب الساعة (هو اتجاه التيار المفروض) تكتب اشارة (ق . د . ك) سالبة (-) اذا كان التيار يمر عكس عقارب الساعة تكتب اشارة الجهد المفتوح في المقاومات (-) اذا كان التيار في اتجاه عقارب الساعة تكتب اشارة الجهد المفتوح في المقاومات(+) إذا كان التيار عكس اتجاه عقارب الساعة .
- **نظرية ثفنن** : وتنص على الآتي : أى طرفين في دائرة كهربية تحتوى على مصدر للجهد الكهربي أو مصدر للتيار يمكن استبدالها بدائرة أخرى تحتوى على مصدر واحد للجهد مقداره جهد ثفنن (V_{TH}) تتصل على التوالي بمقاومة ثفنن (R_{TH}) حيث V_{TH} هو فرق الجهد بين هذين الطرفين فى حالة فتحها ، والمقاومة R_{TH} هى المقاومة المحسوبة بين هذه الطرفين عند استبدال جميع مصادر الجهد الكهربي في الدائرة الأصلية بمقاوماتها الداخلية وعمل قصر على القوة الدافعة الكهربية لها .
- **للحل بنظرية ثفنن اتبع الآتي :**

1- ارفع المقاومة المراد إيجاد قيمتها لتصبح الدائرة مفتوحة عند طرفي المقاومة وليكونا b , a .

2- حساب قيمة الجهد V_{TH} عند الطرفين a , b .

3- عمل قصر على البطارية ثم حساب مقاومة الدائرة R_{TH} كما نراها من خلال الطرفين a , b .

4- حساب قيمة التيار المار في المقاومة المطلوبة R باستخدام القانون.

$$I_{ab} = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R}$$

أسئلة على الباب الثالث

1- ما هى عناصر الدائرة الكهربية ؟

2- ما الفرق بين الدائرة الكهربية المفتوحة والدائرة الكهربية المغلقة ؟

3- ما هى أنواع الأحمال ؟

4- لماذا يعتبر قانونا كيرشوف كتطبيق مباشر لقاعدة بقاء الطاقة ؟

5- اثبت قانون كيرشوف الثاني مستخدماً قاعدة بقاء الطاقة .

6- ما هى نظرية ثفنن ؟ أذكر الخطوات اللازمة لتطبيقها لإيجاد التيار المار في أحـد فـروع دائرة كهربية

7- لماذا تعتبر الموصلات الكهربية من العناصر الضرورية في الدائرة الكهربية .

ضع خطاً تحت الاجابة الصحيحة في كل مما يأتي :-

8- مصدر الجهد الكهربي القياسي يجب أن يكون له

أ- مقاومة داخلية قيمتها تساوى صفراً .

ب- مقاومة داخلية قيمتها كبيرة جداً

جـ- قيمة كبيرة للقوة الدافعة الكهربية .

9- ينص قانون كيرشوف الثاني على ما يأتي :

أ- مجموع مفاقيد الجهد في دائرة متصلة على التوالي له قيمة محددة .

ب- مجموع كل القوى الدافعة الكهربية ومفاقيد الجهد في دائرة مغلقة يساوى صفراً .

جـ- مجموع القوى الدافعة الكهربية في دائرة متصلة على التوالي يساوى صفراً .

10- ينص قانون كيرشوف الأول على ما يأتي :

أ- مجموع التيارات الكهربية في دائرة متصلة على التوالى يساوى صفراً

ب- مجموع التيارات الداخلة إلى نقطة إتصال في الدائرة الكهربية = مجموع التيارات الخارجة منها .

ج- مجموع التيارات الكهربية في دائرة متصلة على التوازى يساوى صفراً .

11- لمعرفة قطبية فرق الجهد بين طرفي أى مقاومة يلزم معرفة :

(أ) قيمة المقاومة

(ب) قيمة التيار المار في المقاومة .

(جـ) اتجاه التيار المار في المقاومة .

12- احسب التيار المار في المقاومة 60 أوم في الدائرة الكهربية الموضحة بشكل (3-18) بإستخدام قانون كيرشوف

10 Ω

50 Ω

60 V

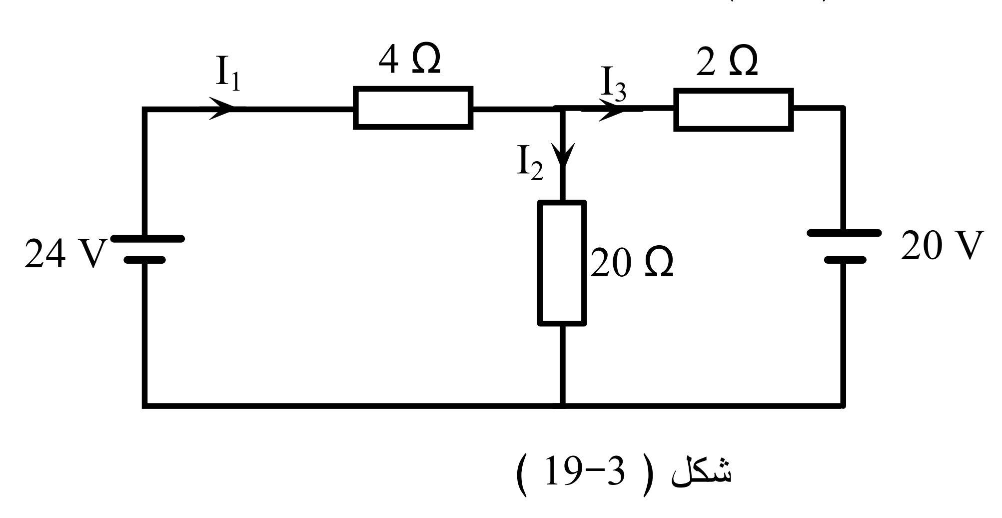
60 Ω

50 Ω

10 Ω

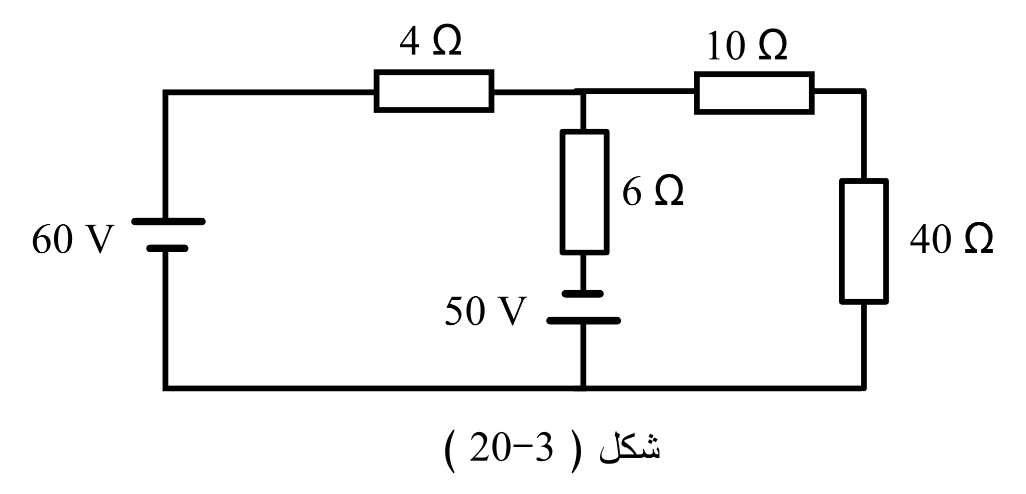
شكل (3-18)

13- احسب التيار I_1 , I_2, I_3 في الدائرة الكهربية الموضحة بشكل(3-19)



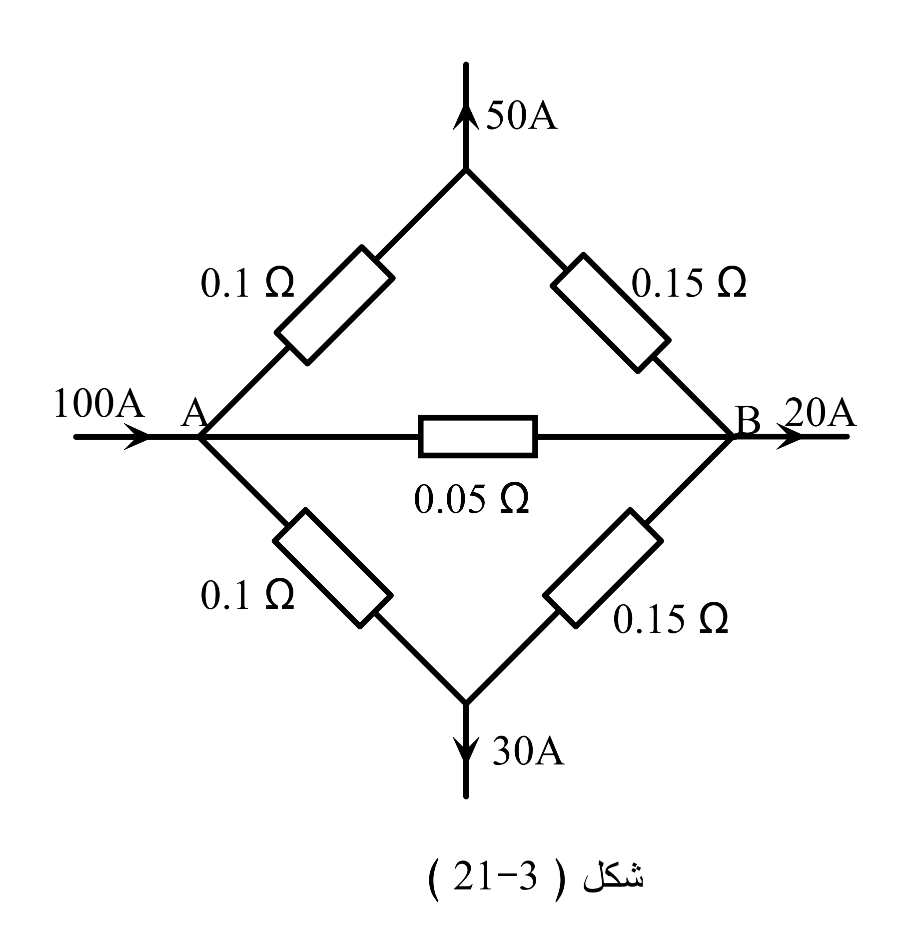
شكل (3-19)

14- احسب التيار المار في المقاومة 10 أوم بشكل (3-20) باستخدام نظرية ثفنن.



شكل (3-20)

15- استخدم نظرية ثفنن لإيجاد التيار في الفرع A . B للدائرة الكهربية في شكل (3-21)



شكل (3-21)

الباب الرابع

التيار المتردد

4-1 طرق توليده :

4-1-1 توليد الموجه الجبيبية – التردد – الزمن الدورى – زاوية الوجه – الاختلاف الوجهى .

4-1-2 قيم الجهد والتيار المتردد للموجه الجيبية (القيمة اللحظية – القيمة المتوسطة – القيمة الفعالة – القيمة العظمى – معامل الشكل) .

4-2 دوائر التيار المتردد :

4-2-1 تأثير العناصر (R – L – C) في دوائر التيار المتردد – توصيل المقاومة في دائرة التيار المتردد – توصيل المقاومة والمكثف توالي – توصيل المقاومة والملف توالي – توصيل المقاومة والملف والمكثف توالي .

4-2-2 حساب المعاوقة والممانعة الكلية في كل حالة والمتجهات لكل من التيار والجهد والممانعة .

4-2-3 توصيل المعاوقة والملف توازى – توصيل المقاومة والمكثف توازى – حساب المعاوقة والممانعة الكلية والمتجهات لكل من التيار والجهد والممانعة .

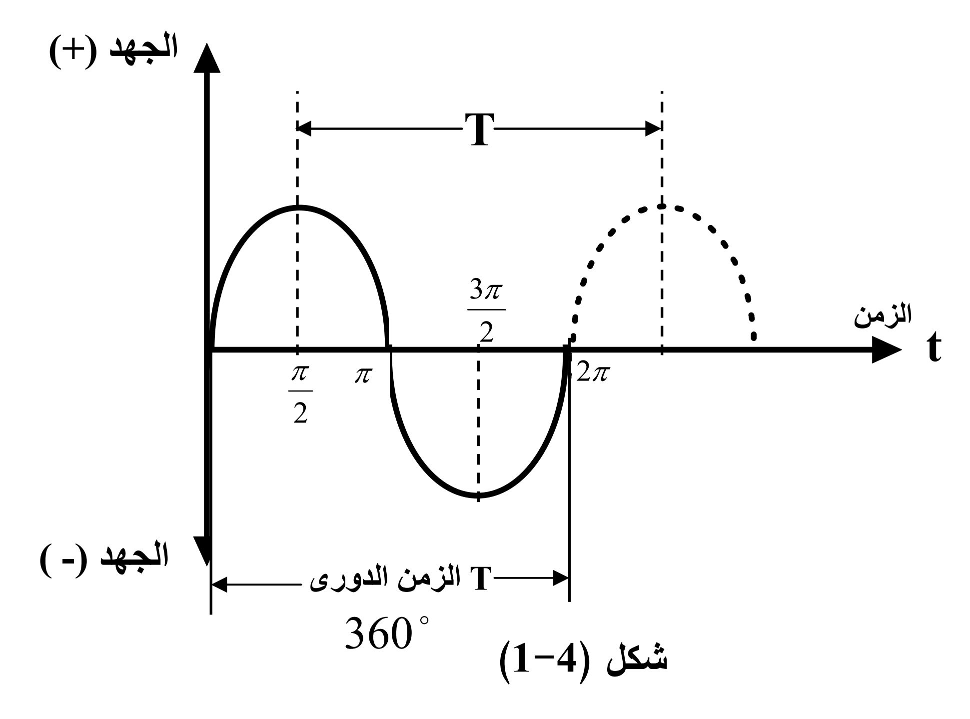
4-2-4 استنتاج حالة الرنين في الدوائر السابقة .

الباب الرابع

التيار المتردد

تعريف التيار المتغير (المتردد):

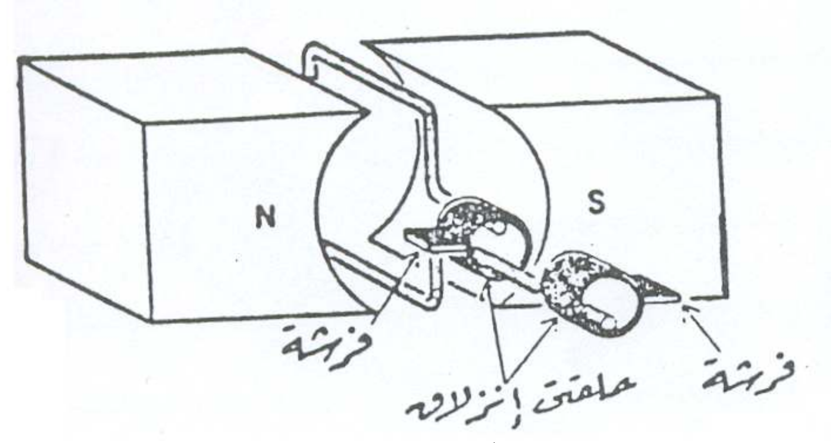
- يعرف التيار المتغير (أو الجهد المتغير) وأحياناً يسمى التيار المتناوب بأنه التيار الكهربى الذى يتغير في القيمة والإتجاه مع تكرار نفسه دورياً مع مرور الزمن . ويوضح شكل(4-1) موجه متغيرة للجهد الكهربي حيث يمثل المحور الرأسي الجهد بينما يمثل المحور الأفقى الزمن (أو زاوية القطع) .



شكل (4-1)

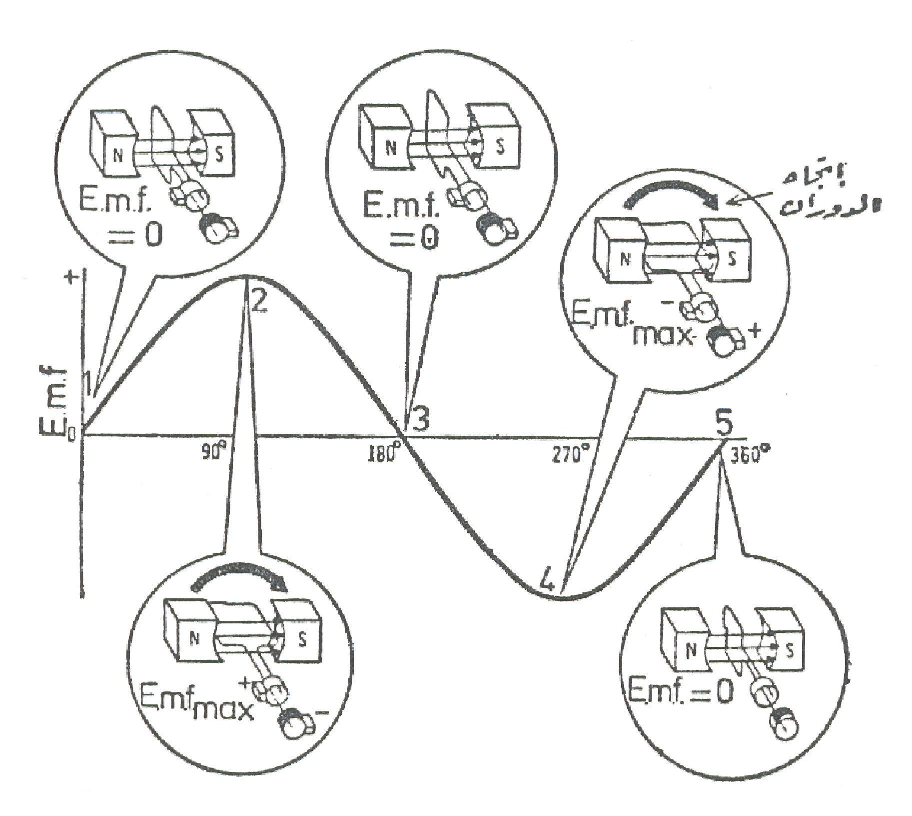
4-1-1 توليد الموجه الجيبية :

ينص قانون فاراداي للمولد – السابق دراسته – على أنه إذا قطع موصل كهربي مجالاً مغناطيسياً فإنه يتولد بالموصل قوة دافعة كهربية تكون قيمتها أكبر ما يمكن عندما تكون زاوية القطع 90 [5] . ومن المعروف أن معظم الطرق المعروفة لتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية ينتج عنها موجات مترددة (Alternating waves) للجهد الكهربي ويوضح شكل (4-2) أحد الأمثلة المبسطة لمثل هذه الطرق ، وهو يمثل نموذجاً بدائياً للمولد الكهربي .



شكل (4-2) نموذج مبسط للمولد الكهربى

يتكون النموذج المبسط للمولد الكهربي (generator) من لفة مستطيلة الشكل بين قطبين مغناطيسيين ، وتتصل بالدائرة الخارجية عن طريق حلقتى انزلاق slip rings تتحركان أمام فرشتين (2 brushes) . فعندما يدور الموصل في المجال المغناطيسي للقطبين المغناطيسيين يتولد جهد كهربى . يعتمد معدل قطع خطوط القوى المغناطيسية اعتماداً كلياً على وضع الموصل بالنسبة للمجال المغناطيسي حتى لو كانت سرعة دوران الموصل منتظمة . وعموماً يمكن رصد خمسة أوضاع للموصل الكهربي الذى يدور بسرعة زاوية ω داخل المجال المغناطيسي كما هو موضح بشكل (4-3) .



شكل (4-3) توليد الجهد المتردد ذى الموجه الجيبية

الوضع (1) في هذا الوضع تكون حركة الموصل موازية لخطوط المجال المغناطيسي فلا تتولد (ق . د. ك) لأن زاوية القطع تساوى صفرا .

الوضع (2) يكون الموصل قد تحرك حركة زاوية مقدارها 90^{5} أى أنه أصبح متعامـــداً مـــع خطوط المجال المغناطيسي وبذلك تتولد قوة دافعة كهربية وتأخذ قيمتها النهاية العظمي للجهــد الكهربي E_{max} وتكون موجبه القيمة " أو موجبة القطبية".

الوضع (3) في هذا الوضع يكون الموصل قد تحرك زاوية مقدارها 180^{5} ويـــصبح موازيـــاً لخطوط القوى المغناطيسية وتكون القوة الدافعة الكهربية صفراً لأن زاوية القطع تساوى 180^{5}، ويكون الموصل قد تحرك نصف دوره .

الوضع (4) في هذا الوضع يكون الموصل قد تحرك حركة زاوية مقـــدارها 270^{5} ويـــصبح متعامداً مع خطوط المجال المغناطيسي وبذلك تكون قيمة (ق . د . ك) نهاية عظمـــى ســـالبة

الوضع (5) في هذا الوضع يكون الموصل قد تحرك حركة زاوية مقدارها 360^{5} ويكون بذلك قد قطع دوره كامله وأصبح الموصل موازياً لخطوط المجال المغناطيسي وبذلك تؤول قيمة ق . د . ك المتولدة إلى الصفر مرة أخرى .

تتكرر الدورة السابقة عند كل لفة تالية من حركة الموصل الدائرية . ونلاحظ أن قيمـــة القوة الدافعة الكهربية الناتجة تتغير من الصفر إلى قيمة النهاية العظمى ثم الى الصفر وبعد ذلك تعكس القطبية وتصل الى النهاية العظمى ثم الى الصفر وبذلك تتولد موجـــه متـــرددة للجهــد الكهربي في الموصل.

ونلاحظ كذلك أن التيار الناتج من هذا الجهد يتغير بنفس الكيفية . هذا التغير يشبه تماماً التغير الحادث في منحنى الجيب (Sine Wave) بين الزاويتن (صفر ،360^{5}) كما فـــي شكل (4−1) السابق. ولهذا يسمى هذا التغير بالموجة الجيبية ويمكن كتابتها على الصورة :

$$e = E_m \text{ Sin } \omega t$$

حيث : e هى القيمة اللحظية للجهد الكهربي أو قيمة الجهد عند زمن مقداره t ثانية

E_m هى القيمة العظمي للجهد

ω هى السرعة الزاوية أو سرعة دوران الموصل الكهربي .

وهناك ملاحظتان :

1- العلاقة $e = E_m \sin \omega t$ تمثل الموجه الجيبية المرسومة بشكل (4-1) .

2- ωt تمثل زاوية دوران الموصل الكهربي خلال زمن t ثانية ويرمز لها بالرمز Ø

*** التردد : (Frequency)**

يعرف التردد بأنه عدد الذبذبات أو الموجات في الثانية الواحدة ويرمز له بالرمز " f "
ويقاس التردد بوحدة الذبذبة / ثانية أو الهيرتز ويرمز لها بالرمز " Hz " وهناك الوحدات الكبيرة الآتية :

الكيلو هيرتز = 10^3 هيرتز

الميجا هيرتز = 10^6 هيرتز

بعض الدول تستخدم التردد 50 هيرتز مثل مصر والهند . وتستخدم بعض الدول الأخرى 60هيرتز مثل أمريكا وكندا – واليابان هى الدولة الوحيده التي تستخدم كلاً من الترددين 50 هيرتز، 60 هيرتز .

*** الزمن الدوري :**

هو الزمن بالثانية التي تستغرقه الدورة أو الذبذبة الواحدة ويرمز له بالرمز T وهو نفس الزمن بين نقطتين متماثلتين على الشكل الموجى كما هو موضح بشكل (4-1)

* زاوية الوجه (Phase Angle)

مما سبق يتبين أن الموجه الجيبية لها قيم عظمى (سواء بإشارات موجبه أو سالبة) عند الزاويا ($\frac{\pi}{2}$ ، $\frac{3\pi}{2}$) وتكون قيمتها صفر عند الزاويا (0 ، π ، 2π) كما هو مبين بشكل (4-1) .

وبالتالي اتفق على التعبير عن الموجه الجيبية رياضياً بالعلاقة e

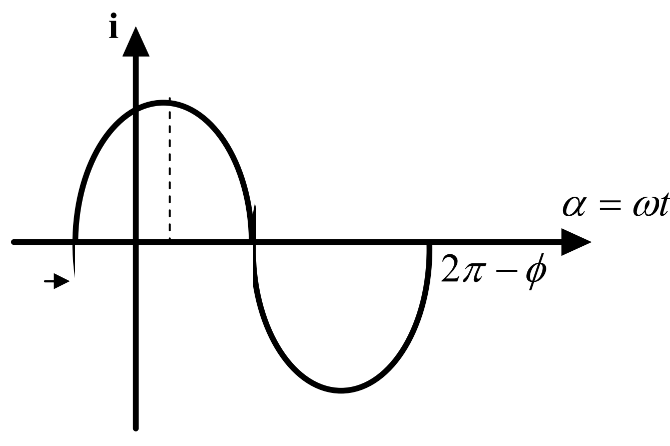
$e = E_m \, Sin \, \omega t$

اذا كانت الموجه تعبر عن تيار . يمكن التعبير عنها بالعلاقة i

$i = I_m \, Sin \, \omega t$

حيث I_m هى القيمة العظمى لتيار الموجه

وإذا تم عمل إزاحة للموجه إلى يسار المحور الرأسي بزاوية مقدارها Ø فإنها تصبح كما في شكل (4-4) .



شكل (4-4)

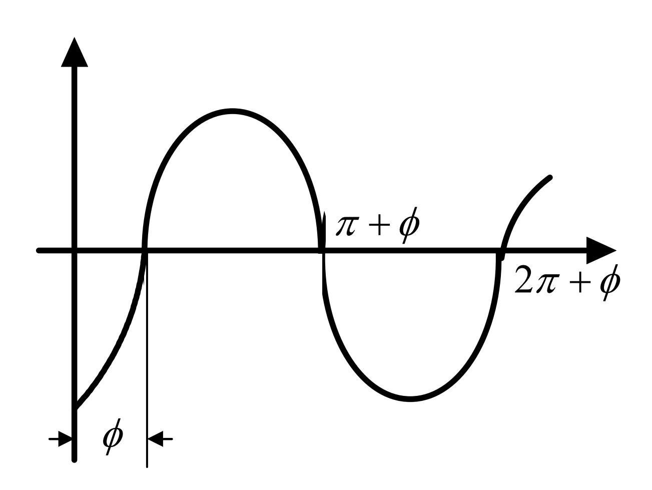
في هذه الحالة تقطع الموجه المحور الأفقي وتزيد بقيم موجبه قبل نقطة الاصل وتصبح المعادلة التي تعبر عن الموجه في هذه الحالة هي :

$i = I_m \, Sin \, (\omega t + Ø)$

وعند $\omega t = 0$

$i = I_m \, Sin \, Ø$

وإذا تم إزاحة الموجه إلى يمين المحور الرأسي بنفس الزاوية كما في شكل (4−5) فـــإن الموجه تقطع المحور الافقى وتزيد بقيم موجبة بعد نقطة الاصل



شكل (4−5)

$i = I_m \sin(\omega t - \varnothing)$

وعند $\omega t = 0$ $\quad i = I_m \sin(-\varnothing)$

والزاوية$\varnothing$ في كل من الشكلين (4−4) ، (4−5) تسمى زاوية الوجه للموجه

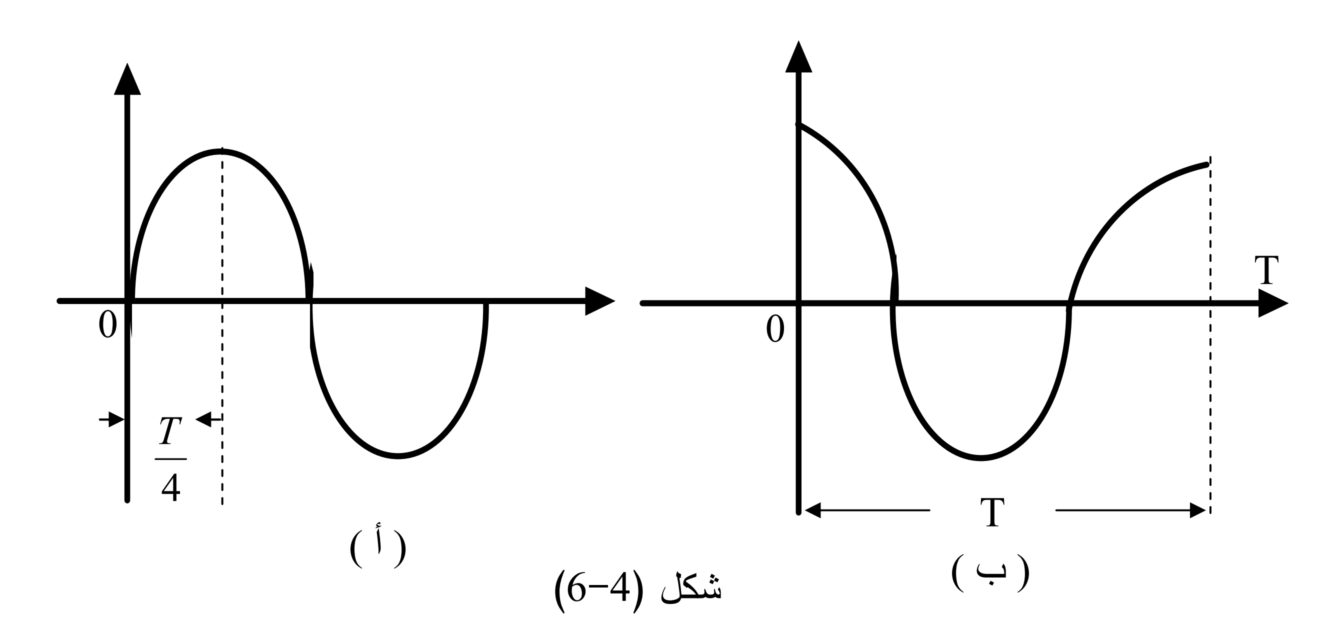
توضيح آخر لزاوية الوجه ($\varnothing$)

تعرف زاوية الوجه لأى قيمة مترددة بأنها جزء من الدورة الزمنية ، تقدمت به أو تأخرت قـــيم الكمية عن نقطة البدء المختارة . وعلى ذلك فزاوية وجه النهاية العظمي تعادل ربـــع الـــزمن الدورى $\frac{T}{4}$ كما في شكل (4−6 – أ)

وزاوية الوجه = 0 كما في شكل (4−6− ب)

وزاوية الوجه تقاس بالزاويا النصف قطرية أو الدرجات فزاوية وجه النهاية العظمى ($\frac{\pi}{2}$)

حيث: $\frac{\pi}{2} = 90^\circ$



شكل (4−6)

وهناك عبارات مهمة لها علاقة بزاوية الوجه (Ø)

1− نفس الوجه : أى زاوية الوجه تساوى صفراً

2− وجه متعامد : زاوية الوجه = 90^{5} = $\frac{\pi}{2}$

3− وجه معاكس : زاوية الوجه = 180^{5} = π

*** الاختلاف الوجهى (اختلاف زاوية الوجه) :**

يستخدم اصطلاح يتأخر (Lag) أو متأخر (Lagging) واصطلاح يسبق (Lead) أو سابق (Leading) للتعبير

عن علاقة زوايا الوجه بين موجتين جيبتين كما في شكل (4−7) فإن الموجه الجيبية a_1 تسبق Lead أو سابقة Leading الموجه الجيبية a_2 التي تتأخر Lag أو متأخرة Lagging عن الموجه a_1 ويحدث ذلك لاختلاف زاويتى الوجه للموجتين و تكون

شكل (4-7)

علاقة الموجه الأولي $a_1 = A_{m1}.\sin(\omega t + \phi)$

وتكون علاقة الموجه الثانية $a_2 = A_{m2}.\sin(\omega t - \phi)$

حيث A, a هما القيمتين اللحظتين والقيمتين العظمتين لأى موجتين جيبيتين .

وبالتالي يكون الفرق بين زاويتى الوجه للموجتين هو :

$$\varnothing_1 - (- \varnothing_2) = \varnothing_1 + \varnothing_2$$

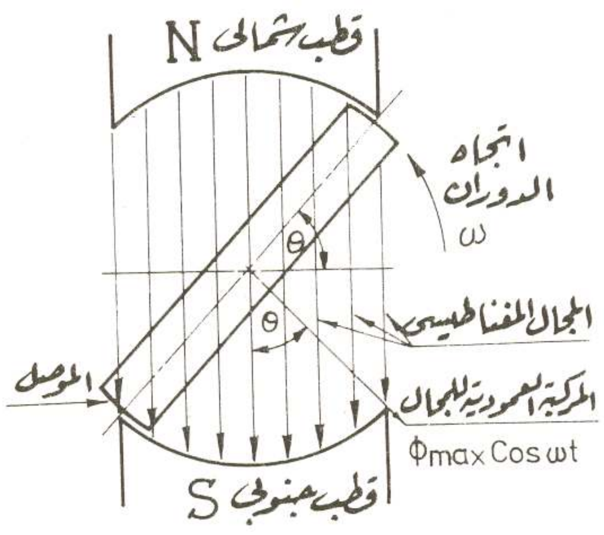
إذا كان الفرق بين ($\varnothing_1 - \varnothing_2$) = صفرا يقال أن الموجتين متفقتين في زاوية الوجه In phase

وإذا كان الفرق بين ($\varnothing_1 - \varnothing_2$)≠ صفر يقال أن الموجتين مختلفتان فى زاوية الوجه un phase

4-1-2 قيمة الجهد والتيار المتردد للموجه الجيبية (القيمة اللحظية – القيمة المتوسطة – القيمة الفعالة – القيمة العظمي – معامل الشكل) :

*** القيمة اللحظية للقوة الدافعة الكهربية :**

يمكن استنتاج ق . د . ك اللحظية في موصل يدور بين قطبين مغناطيسين كما في شكل (4–8) ويبين المركبة العمودية للمجال المغناطيسي على الموصل والتي تسبب تولد القوة الدافعة الكهربية



شكل (4- 8)

وهى تتوقف على :

1- طول الموصل أو عدد لفات N .

2- الفيض المغناطيسي الأعظم $Ø_{max}$

3- سرعة دوران الموصل أو المجال n إذا تحرك الموصل قاطعاً المجال بزاوية نصف قطرية θ=ω

∴ القيمة اللحظية للقوة الدافعة الكهربية= القيمة العظمى × جيب الزاوية ωt

$$e_{inst} = E_{max}.\sin \omega t$$
$$= E_{max}.\sin \theta$$

*** القيمة العظمي للجهد أو التيار (المتردد) :**

هى القيمة التي تكون عندها زاوية القطع 90 [5] كهربية أى يكون مستوى الملف عمودياً على مستوى خطوط المجال المغناطيسي

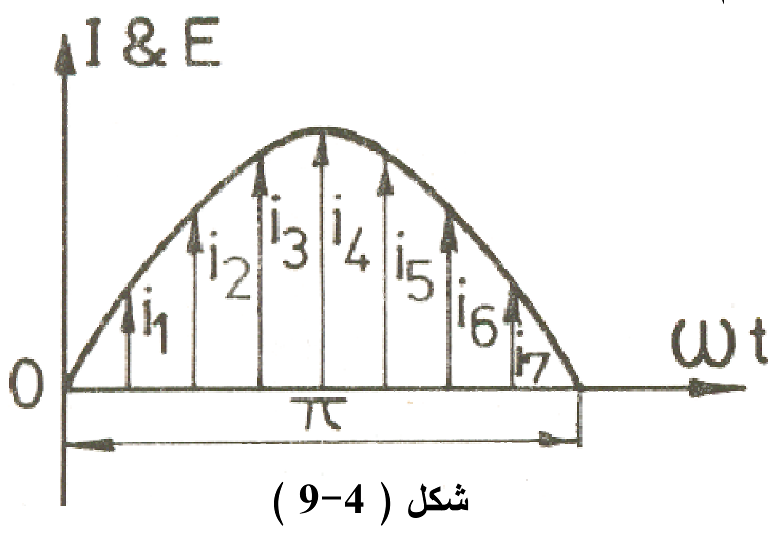
$e = E_m \sin 90 = E_m$ volt.

or :

$i = I_m \sin 90 = I_m$ Amper.

*** القيمة المتوسطة للجهد أو التيار (المتردد) :**

هى متوسط قيم الجهد أو قيم التيار خلال نصف دورة زمنية واحدة



شكل (4-9)

فإذا قسمنا نصف الموجه يتم جمع المتوسطات ثم يقسم على النسبة التقريبية كما في الشكل (4-9)

$$I_{av} = \frac{i_1 + i_2 + i_3 + ...}{\pi}$$

وقد وجد أنها ضعف القيمة العطميى أى I_m =2

إذن القيمة المتوسطة للتيار I_{av}

$$I_{av} = \frac{2 I_{max}}{\pi} = 0.637 I_{max}$$

القيمة المتوسطة للجهد V_{av}

$$V_{av} = \frac{2 E_m}{\pi} = 0.637 E_m.$$

*** القيمة الفعالة للجهد أو للتيار المتردد:**

وهى قيمة جذر متوسط المربعات (r . m . s) للتيار المتردد التي تعطى نفس الطاقة والقيمة الحرارية التي تنتجها نفس القيمة للتيار المستمر

والقيمة الفعالة للتيار المتردد = $\frac{\text{القيمة العظمى}}{\sqrt{2}}$ = 0.707 من القيمة العظمى

القيمة الفعالة للتيار I

$$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.707 I_m$$

القيمة الفعالة للجهد V

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0.707 V_m$$

ملحوظة : حسابات دوائر التيار المتردد مبنية على إستعمال القيمة الفعالة وهى القيمة التي تبينها أجهزة القياس للتيار المتردد .

*** معامل الشكل (K_f (Form Factor**

يمكن ربط القيمة الفعالة لموجه التيار أو موجه الجهد المتردد بالقيمة المتوسطة عن طريق معامل يسمي معامل الشكل وهو النسبة بين القيمة الفعالة والقيمة المتوسطة

أي أن معامل الشكل K_f = $\frac{\text{القيمة الفعالة}}{\text{القيمة المتوسطة}}$

$$K_f = \frac{0.707\, I_m}{0.637\, I_m} = 1.11$$

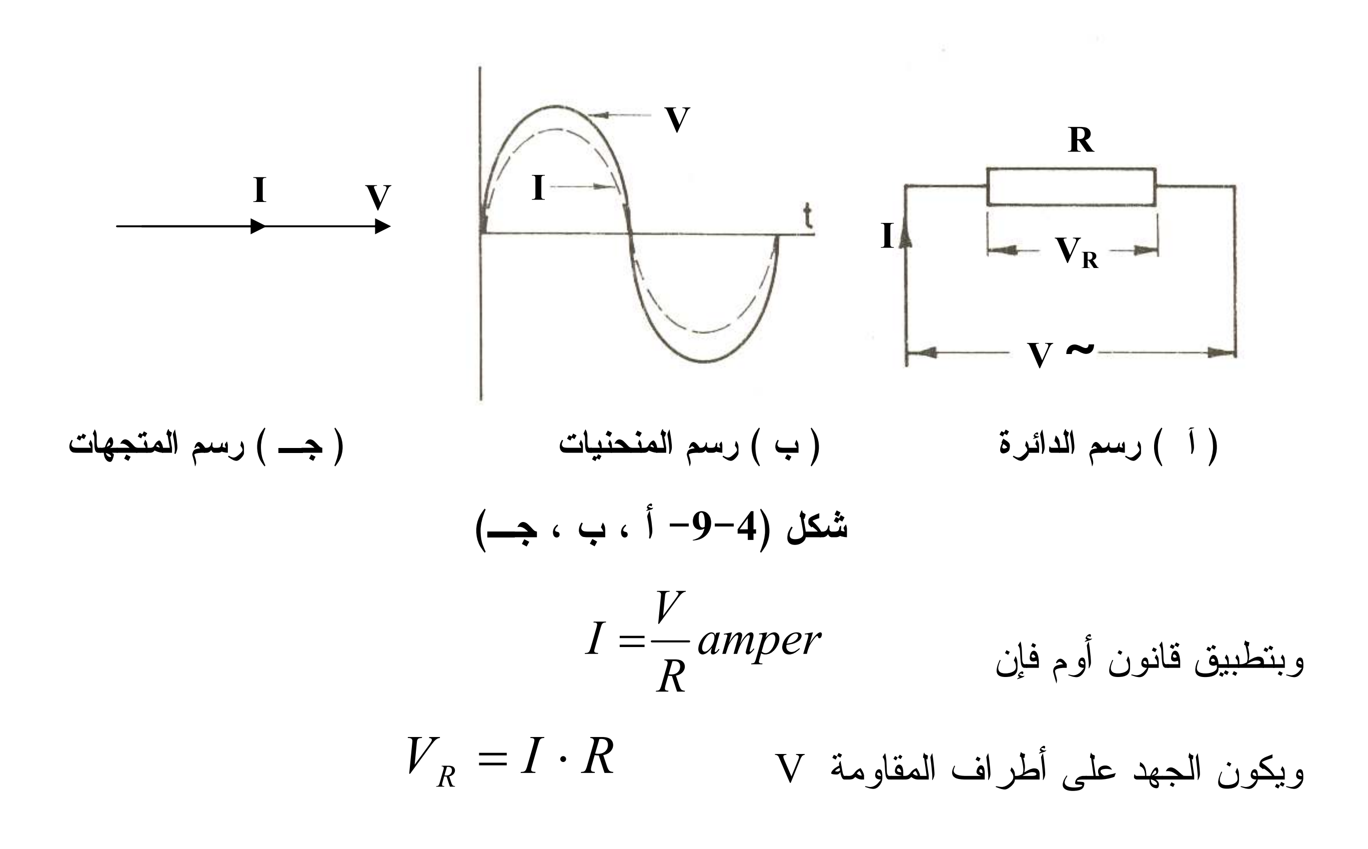
4-2 دوائر التيار المتردد :

4-2-1 تأثير العناصر (R – L – C) في دوائر التيار المتردد

*** دائرة تحتوي على مقاومة مادية بحتة R :**

كما في الشكل (4-9- أ. ب . جـ)

شكل (4-9- أ) يبين رسم الدائرة – شكل (4-9 – ب) يبين رسم المنحنيات لكل من الجهد والتيار – شكل (4-9-جـ) يبين رسم المتجهات للجهد والتيار بفرض أن الزاوية Ø= صفر أى أن زاوية الوجه بين التيار والجهد مساوية للصفر



(أ) رسم الدائرة (ب) رسم المنحنيات (جـ) رسم المتجهات

شكل (4-9- أ ، ب ، جـ)

وبتطبيق قانون أوم فإن $I = \frac{V}{R}\, amper$

ويكون الجهد على أطراف المقاومة V $V_R = I \cdot R$

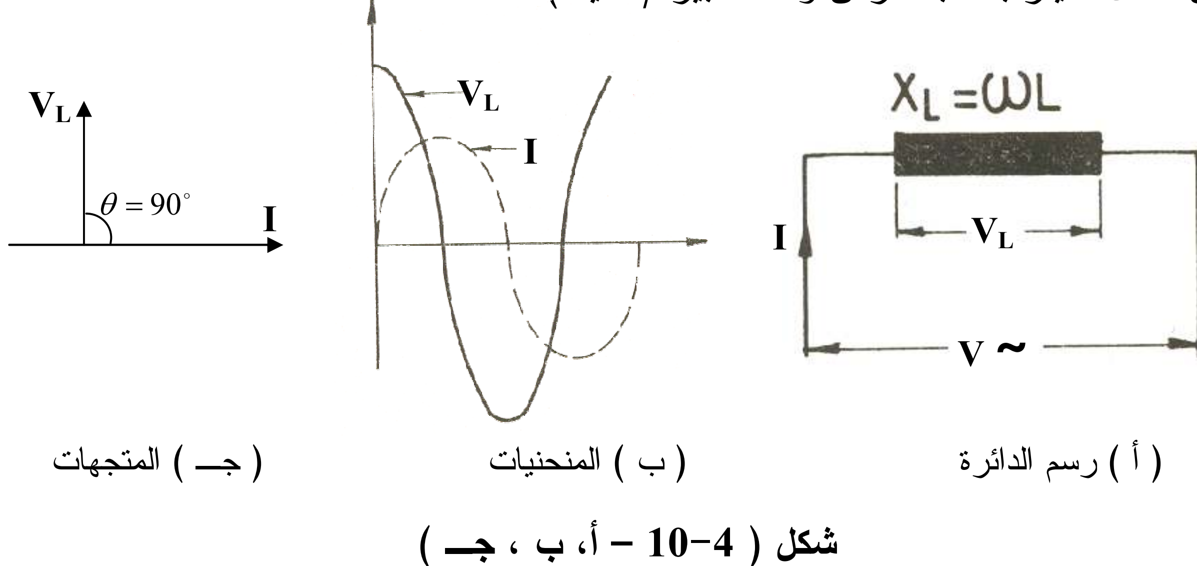
*** دائرة تحتوى على ملف (ممانعة حثيـــة) X_L :**

معلوم أنه إذا تغير التيار في دائرة يتولد فيض متغير فإذا كات الدائرة تحتوى على ملف فإن هذا الفيض يولد ق.د.ك بالتأثير الذاتي.

وتعتمد قيمـــة ق . د . ك بالتأثر على معدل تغير التيار بالنسبة للزمن وعلى معامل الحث الذاتي للملف فإن القوة الدافعة الكهربية العكسيـــة $e.m.f = -L.\frac{di}{dt}$

حيث L معامل الحث الذاتي بالهنري ، $\frac{di}{dt}$ معدل تغير التيار بالنسبة للزمن

(**تعريف الهنرى :** هو الاستنتاج النفسي لملف عندما يستنتج به ق . د . ك واحد فولت عندما يكون معدل التيار بالنسبة للزمن واحد أمبير / ثانية) .



(جـ) المتجهات (ب) المنحنيات (أ) رسم الدائرة

شكل (4-10 – أ، ب ، جـ)

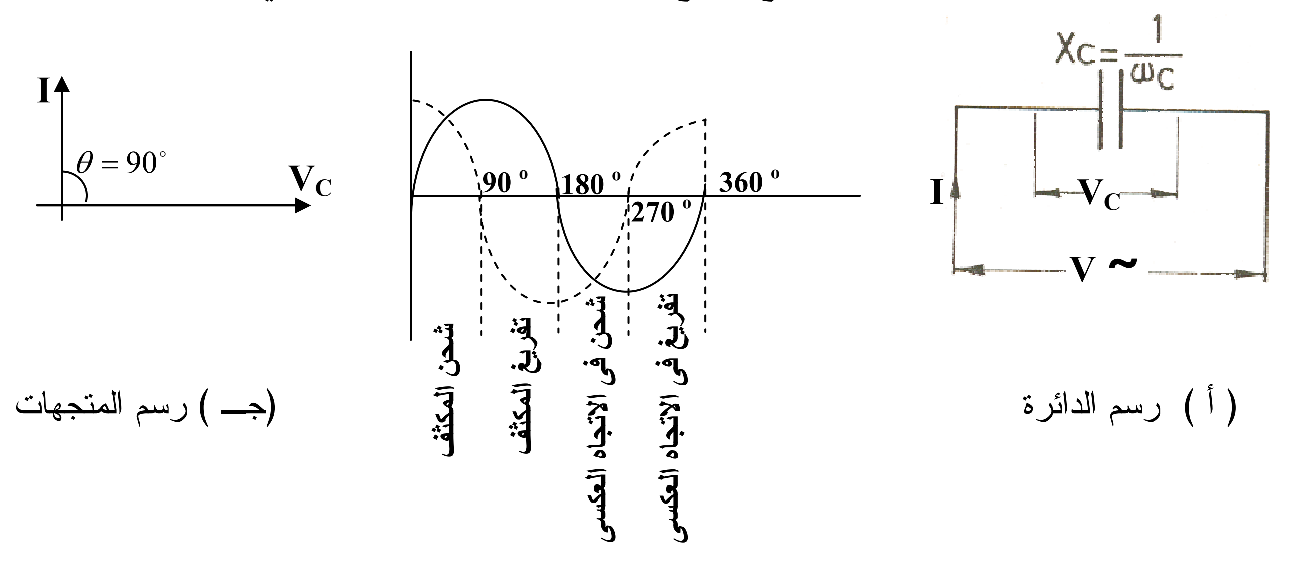
ومن الشكل (4-10 – ب ، جـ) نلاحظ أن موجـــة الجهد تتقدم عن موجـــة التيار I بزاوية 90 5 كهربية أو التيار يتأخر عن الجهد بزاوية 90 5 .

والرسم الاتجاهي بالشكل (4-10- جـ) يوضح أن التيار يتأخر عن الجهد بزاوية مقدارها 590 وقيمة ممانعة الملف X_L بالأوم هى

$$X_L = \omega L = 2\pi f L \quad \Omega$$

*** دائرة تحتوى مكثف " ممانعة سعوية فقط X_C :**

كما بشكل (4-11 – أ ، ب ، جـ) إذا وصل مكثف بدائرة تيار متردد فإنه يتم شحنه وتفريغه باستمرار طبقاً لتغير جهد المنبع وينتج عن ذلك مرور تيار متردد في المكثف



(أ) رسم الدائرة

(جـ) رسم المتجهات

(ب) رسم المنحنيات

شكل (4-11-أ ، ب ، جـ)

إذا تم وضع الجهد على هيئة موجه جيبية على أطراف المكثف فنجد من الشكل أنه خلال الربع الأول فإن المكثف يشحن حتى يصل جهده إلى القيمة القصوى

ونجد أن تيار الشحن يكون أكبر ما يمكن في البداية حتى يصل الى قيمة الصفر حينما يتم شحن المكثف إلى القيمة العظمي وفي الربع الثاني يقل جهد المنبع وبالتالي يبدأ المكثف في التفريغ فيزداد تيار التفريغ من الصفر إلى أكبر قيمة سالبة وهكذا يتم شحن وتفريغ المكثف فى الربع الثالث والرابع ولكن يتم ذلك عكس الاتجاه الذى يتم في الربع الأول والثاني

وبين شكل (4-11- جـ) رسم المتجهات لكل من التيار والجهد والذى يتضح منه أن التيار متقدم عن الجهد بزاوية مقدارها 90 [5] أو أن الجهد متأخر عن التيار 90 [5]

ممانعة المكثف X_C

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot c} = \frac{1}{2\pi f c}\ \Omega$$

نستخلص مما سبق

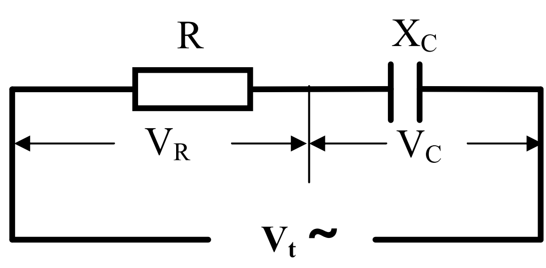
(1) عند توصيل مقاومة مادية R بجهد تيار متردد فإن التيار I المار يتفق مع الجهد V والزاوية بينها= صفر

(2) عند توصيل ملف حثى له ممانعة X_L بجهد تيار متردد فإن التيار I يتأخر عن الجهد بزاوية **90^{5}** والزاوية بينها 90^{5} بأهمال المقاومة المادية للملف .

(3) عند توصيل مكثف له ممانعة X_C بجهد تيار متردد فإن التيار I يتقدم عن الجهد بزاوية 90^{5} والزاوية بينهما 90^{5} .

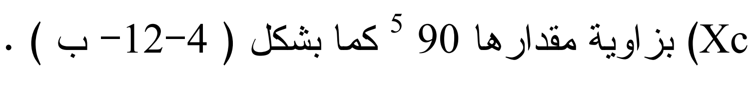
*** توصيل المقاومة والمكثف على التوالي (وحساب الممانعة الكلية لهما ورسم المتجهات)**

في هذه الحالة نجد أن :



1-التيار I المار في المقاومة R في نفس الوجه مع فرق الجهد على طرفيها كما بشكل (4-12-1) .

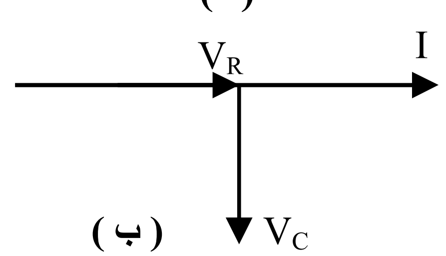
2- التيار يتقدم فرق الجهد على المكثف (الممانعة



Xc) بزاوية مقدارها 90^5 كما بشكل (4-12- ب) .

V_R I

(أ)

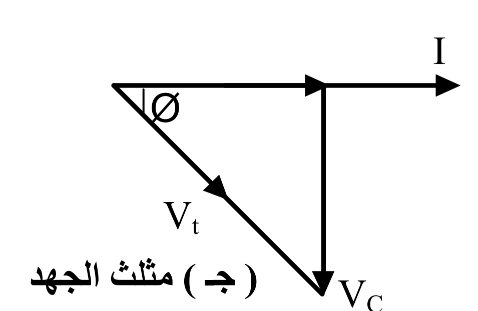


3- نرسم مثلث الجهد كما بشكل (4-12-جـ)

ومنه نحصل على:

$$V_t = \sqrt{V_R{}^2 + V_C{}^2}$$

$$Cos\phi = \frac{V_R}{V_t}$$



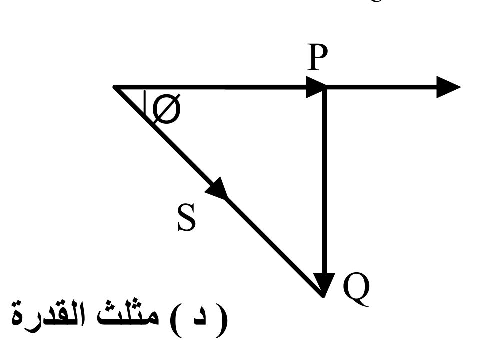
(جـ) مثلث الجهد

حيث: V_t الجهد الكلي المسلط على أطرف الدائرة

V_R الجهد على طرفي المقاومة

V_C الجهد على طرفي المكثف

Cos Ø معامل القدرة



(د) مثلث القدرة

شكل (4-12- أ ، ب ، جـ ، د)

القدرة في دائرة تحتوى على مقاومة ومكثف:

بضرب مثلث الجهود فى التيار I نحصل على مثلث القدرة كما بشكل (4-12، د)

ومثلث القدرة عبارة عن مثلث قائم الزاوية يكون فيه ضلعي القائمة هما P ، Q حيث P هى القدرة الفعالة (في اتفاق وجه مع التيار)، Q هى القدرة الغير فعالة وهى الضلع العمودى

على اتجار التيار I ، وتر ضلعى القائمة هو S وهو ما يعبر عنه بالقدرة الظاهرية ويحــصر مع القدرة الفعالة زاوية الوجه (Ø)

ومن مثلث القدرة الفعالة P

$$P=\sqrt{S^2-Q^2}=I^2.R=V\cdot I\cdot COS\,\phi$$

القدرة الغير فعالة Q:

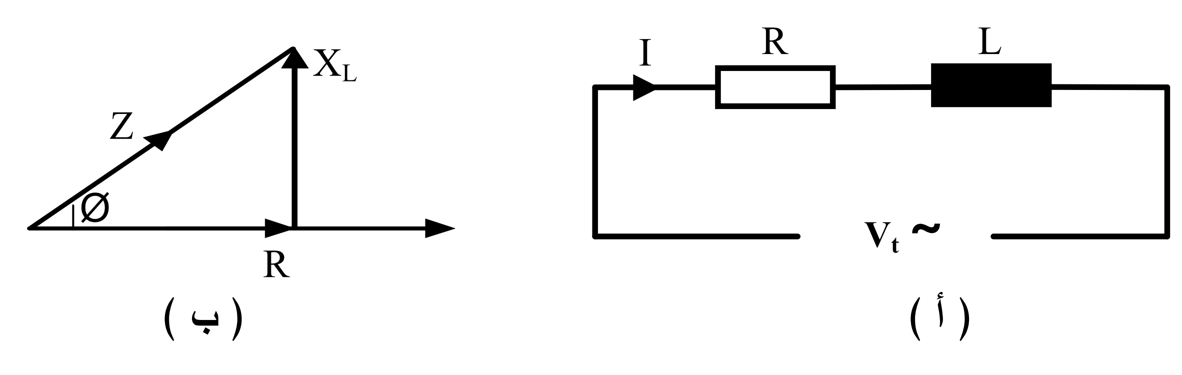
$$Q=I^2\,X_c=V_t\,I\sin\phi=\sqrt{S^2-P^2}$$

القدرة الظاهرة S

$$S=I^2.Z=V_t\,I^2=\sqrt{P^2+Q^2}$$

وفي حالة عنصرين فقط (L , R) أو (C , R) فإن هناك مثلث آخر يــسمى مثلــث الممانعات وهو ما سوف نوضحه لاحقاً .

*** دائرة L , R :**



شكل(4−13،أ،ب)

حيث R هى المقاومة المادية للدائرة بالأوم

X_L هى ممانعة الدائرة بالأوم .

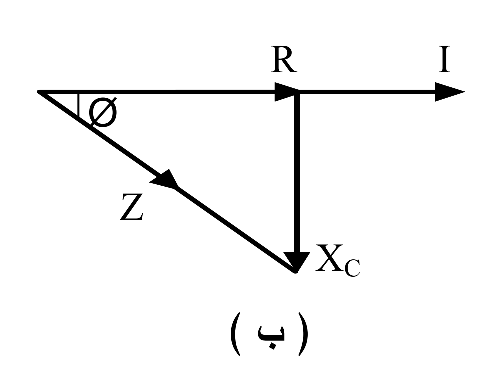
وبالتالي فإن مقاومة الدائرة ويرمز لها بالرمز Z يمكن حسابها من المثلث المبــين فــي شكل (4−13، ب) كالآتي:

$$Z=\sqrt{R^2+X_L{}^2}$$

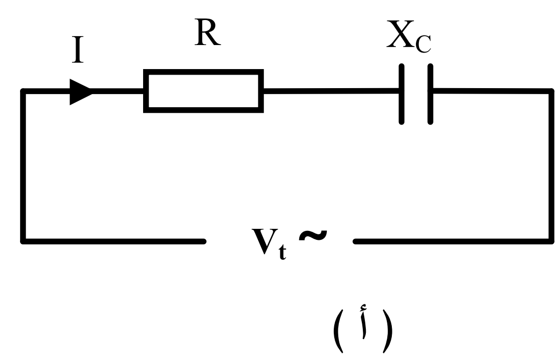
$$X_L = Z.\sin\phi$$
$$R = Z.\cos\phi$$

*** دائرة C , R :**

بنفس الطريقة السابقة



(ب)



(أ)

شكل(4−14،أ،ب)

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c{}^2}$$
$$R = Z.\cos\phi$$
$$X_C = Z.\sin\phi$$

مثال : في الدائرة الموضحة بشكل (4−15) احسب :

أ− المعاوقة الكلية Z

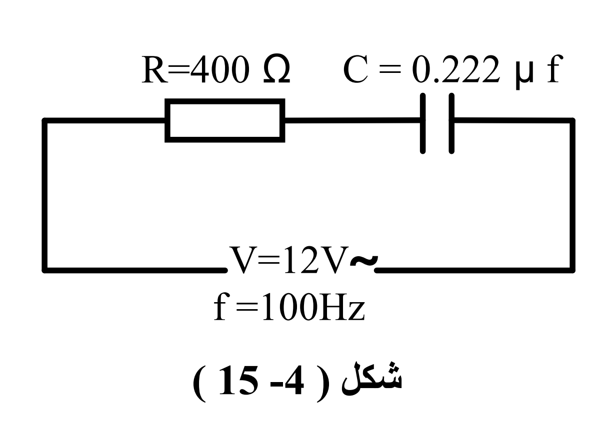
ب − شدة التيار I

جـــ− زاوية الوجه ϕ

علما بأن:

الجهد = 12 فولت تيار متغير

التردد = 100 ذ / ث



شكل (4- 15)

الحل

$$X_C = \frac{1}{2\pi f \cdot C} = \frac{1}{2\,\pi \times 100 \times 0.222 \times 10^{-6}} = 7170\,\Omega$$

$$Z=\sqrt{R^2+X_C{}^2}=\sqrt{(400)^2+(7170)^2}$$

$$Z=7181\Omega$$

$$I=\frac{V}{Z}=\frac{12}{7181}=0.00167\,A$$

$$I=1.67 \quad \text{m.A}$$

من مثلث الممانعات والمعاوقة

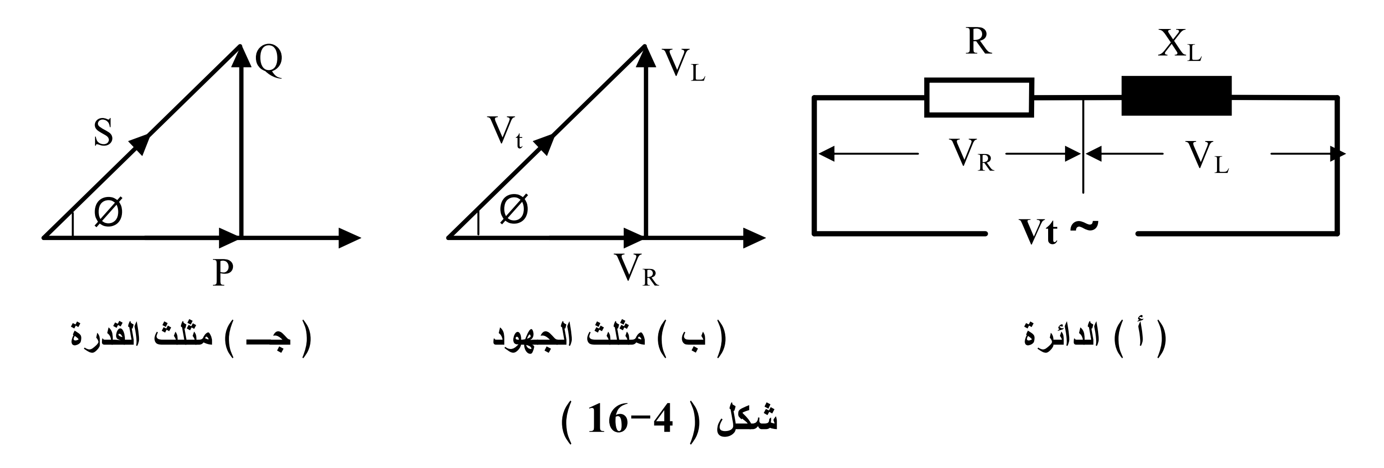
$$Cos\,\phi=\frac{R}{Z}$$

$$=\frac{400}{7181}=0.0557$$

$$\phi=Cos^{-1}\ 0.05577$$

$$\phi=86.81^\circ$$

*** توصيل مقاومة مادية وملف (ممانعة حثية) على التوالي وحساب (المعاوقة الكلية والمتجهات) :**



(أ) الدائرة (ب) مثلث الجهود (جـ) مثلث القدرة

شكل (4-16)

كما في شكل (4-16) الدائرة تحتوى على مقاومة مادية وملف على التوالي وشكل (4-16) يبين رسم المتجهات الخاصة بهذه الدائرة فنجد أن الجهد على أطراف المقاومة V_R فى نفس

إتجاه التيار ومتجه الجهد على اطراف الملف (V_L) متقدم عن التيار بزاوية قدرها 90 [5]
والجهد الكلي V_t هو محصلة V_R , V_L من مثلث الجهود

$$V_t = \sqrt{{V_R}^2 + {V_L}^2}$$

ومعامل القدرة جتا Ø = $\frac{\text{المجاور}}{\text{الوتـــر}}$ $\qquad Cos\phi = \frac{V_R}{V_t}$

مثلث القدرة نحصل عليه بضرب أضلاع مثلث الجهد في التيار I كما بشكل (4−16− جــ) .

أ− المركبة الأفقيـــة تمثل القدرة الفعالة (المستهلكه) ويرمز لها بالرمز P وتميز بالوات

$$P = I^2 . R = V_R . I = V_t \ . I . Cos\phi = \sqrt{S^2 - Q^2}$$

ب− المركبة الرأسية تمثل القدرة الغير فعالة له (المسببة لانتاج المجال المغناطيسي والكهربي)
ويرمز لها بالرمز Q وتميز بالفولت امبير غير فعال V . A . R

$$Q = I^2 \ X_C = V_L \ I = V_t \ I \sin\phi = \sqrt{S^2 - P^2} \qquad \text{V.A.R}$$

جــ المحصلة الكلية تمثل القدرة الكلية المرسلة من المحطة (المنبع) وتسمى بالقدرة الظاهرية
ويرمز لها بالرمز S وتميز بالفولت . امبير (V . A) وهى:

$$S = I^2 . Z = V_t \ I = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

ملحوظة هامة : من مثلث القدرة نجد أن القدرة الفعالة تزيد كلما قلت زاوية الوجه Ø أى تزيد كلما كبر جيب تمام زاوية الوجه $(Cos\,\phi)$ وتصبح نهاية عظمى عندما يكون معامـــل القـــدرة الوحدة وتصبح القدرة الفعالة مساوية للقدرة الظاهرية P = S.

مثال : دائرة توالي مكونة من مقاومة وملف على التوالي موصلة بمصدر جهد متردد فإذا كـــان الجهد على المقاومة 30V والجهدعلى الملف 40 V احسب جهد المصدر المتردد

الحل :

$$\because V_R = 30V \qquad V_L = 40V \qquad V_t = ?$$

$$V_t = \sqrt{{V_R}^2 + {V_L}^2} = \sqrt{(30)^2 + (40)^2} = 50V$$

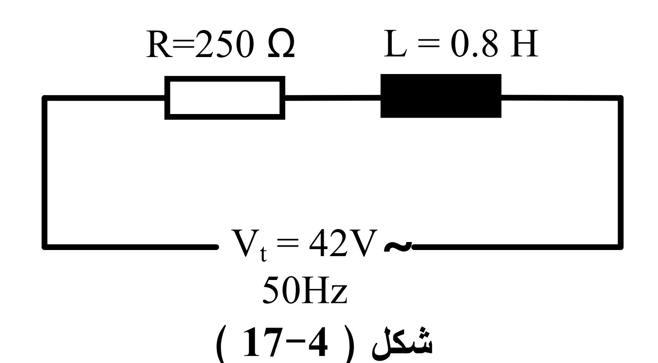
مثال :

ملف ومقاومة متصلين على التوالي كما في الرسم بشكل (4−17) احسب :

1− الممانعة الحثية للملف .

2− المعاوقة الكلية .

3 −شدة التيار الكلية .



شكل (4−17)

الحل

$R=250\Omega$ $\quad L=0.8H$ $\quad X_L=?$

$$X_L=2\pi f\cdot L \quad =2\times\pi\times50\times0.8=251\Omega$$

$$Z=\sqrt{R^2+X_L{}^2}$$

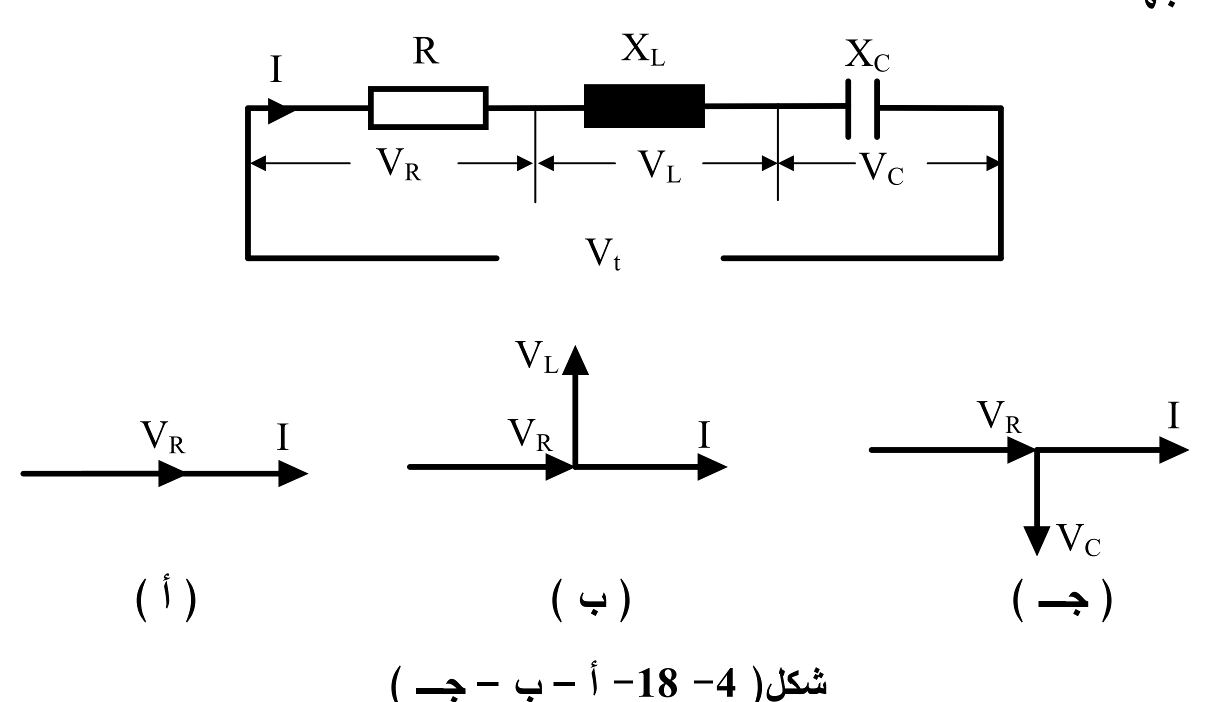
$$=\sqrt{(250)^2+(251)^2}=354\Omega$$

لحساب شدة التيار I

$$I=\frac{V_t}{Z}$$

$$=\frac{42}{354}=0.118\,Ampers$$

*** توصيل المقاومة والملف والمكثف على التوالي وحساب المعاوقة والمانعة الكلية والمتجهات:**



شكل(4- 18- أ – ب – جـ)

في هذا الدائرة:

1- التيار المار في الدائرة ثابت وهو يساوى I .

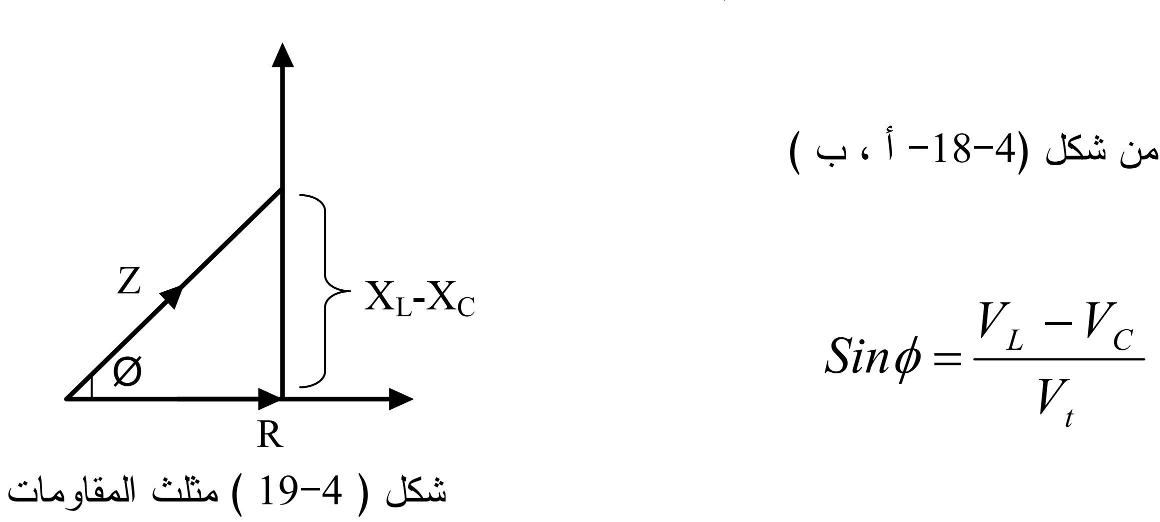
2- التيار في نفس الوجه مع الجهد على طرفي المقاومة شكل (4-18-أ) .

التيار يتأخر بزاوية 90 5 عن الجهد على طرفي الملف شكل (4-16 – ب) .

4- التيار يتقدم بزاوية 90 5 عن الجهد في المكثف شكل (4-16-جـ) من ذلك يمكـن رسـم المتجهات لهذه الدائرة ورسم مثلث الجهود

من شكل (4-18- أ ، ب)

$$Sin\phi = \frac{V_L - V_C}{V_t}$$



شكل (4-19) مثلث المقاومات

رسم مثلث المقاومات شكل (4−19) تم الحصول عليه من مثلث الجهود بقسمة قيم الجهود على التيار I فنحصل على مثلث المقاومات ومنه نستنتج المعاوقة الكلية Z

$$Z=\sqrt{R^2+\left(X_L-X_C\right)^2}$$

معامل القدرة للدائرة جتا Ø

$$Cos\phi=\frac{R}{Z}$$

قيمة المقاومة R

$$R=\frac{X_L-X_C}{\tan\phi}$$

ظل الزاويـــة = tanϕ

$$\tan\phi=\frac{X_L-X_C}{R}$$

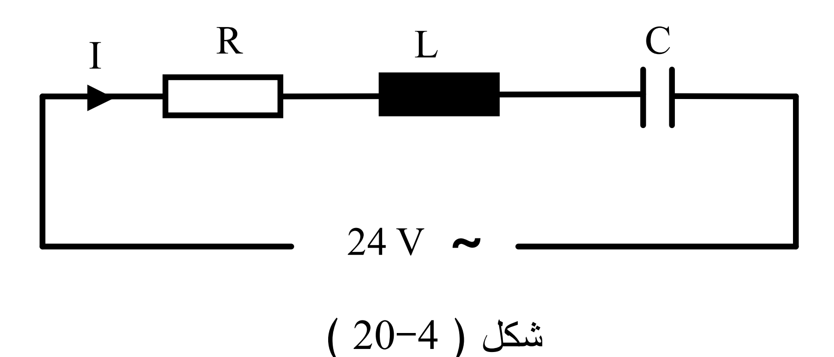
قيمة الممانعة (X_L-X_c)

$$X_L-X_C=Z\cdot Sin\phi=R\cdot\tan\phi$$

مثال :

في شكل (4−20) وصلت مقاومة ومكثف وملف على التوالي وكانت بيانات الدائرة كالتالي:

الجهد المسلط 24 V .



شكل (4−20)

التردد f = 50 H_Z

سعة المكثف C   C = 2 x 10 $^{-6}$ F

حث الملف L   L = 2.5 H

المقاومة R $R=120\,\Omega$

احسب أ – المعاوقة الكلية Z   ب – شدة التيار I   جـــ– زاوية الوجه Ø

الحل :

$$X_L = 2\pi\ f \cdot L$$
$$= 2\pi(50)(2.5)$$
$$= 785\,\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f \cdot C} = \frac{1}{2\pi(50)(2\times10^{-6})}$$
$$= 1.59\times10^{3}\ \Omega$$

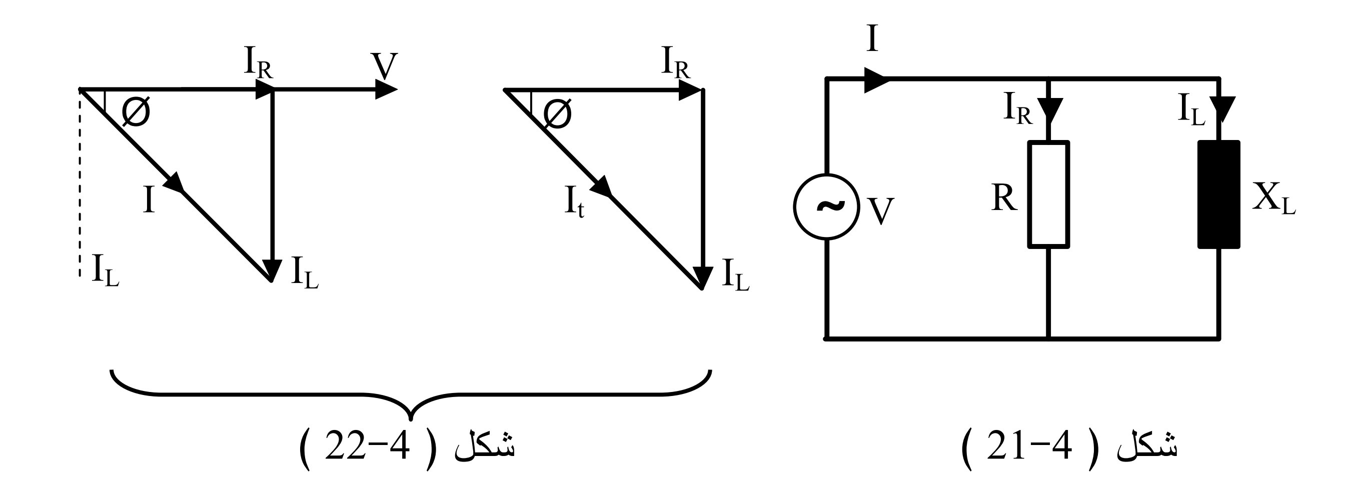
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(120)^2 + (785-1590)^2}$$
$$= 814\,\Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{24}{814}$$
$$= 0.295\,A$$

$$Cos\,\phi = \frac{R}{Z} = \frac{120}{814} = 0.147$$
$$\phi = \cos^{-1} 0.147 = 81.5^{\circ}$$

4- 2- 3 توصيل المقاومة والملف على التوازي :

شكل (4-21) يوضح دائرة التيار المتردد التي تحتوى علـــى مقاومـــة وملـــف علـــى التوازى ومن الدائرة نجد أن التيار الكلي I ينقسم الى مركبتين احداهما التيار المار في المقاومة I_R والآخر التيار المار في الملف I_L وبرسم المتجهات نجد أننا نرسم متجه الجهد V للمنبـــع كأساس ونحصل على رسم المتجهات للتيارات كما بشكل (4- 22) .



شكل (4−22)

شكل (4−21)

ومن مثلث التيار نجد أن:

$$I^2 = I_R^2 + I_L^2$$

وذلك حسب نظرية فيثاغورث:

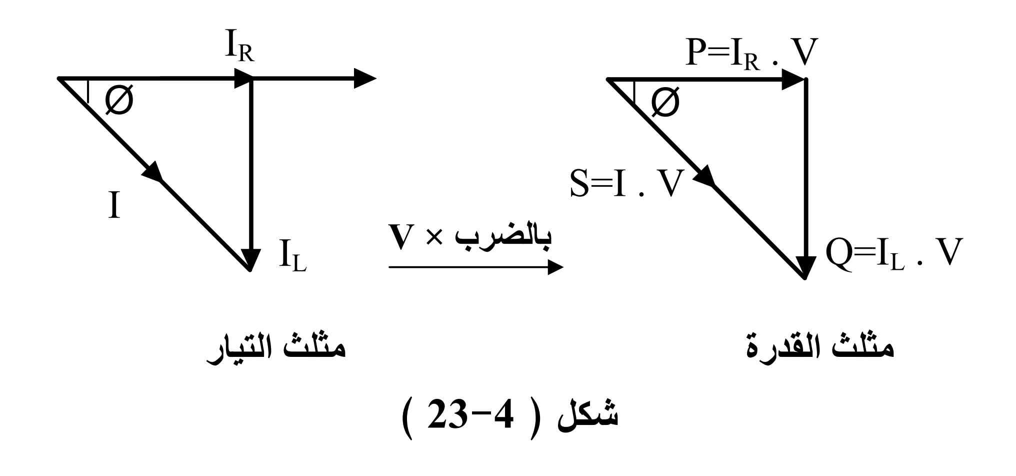
$$I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2}$$

$$Cos\,\phi = \frac{I_R}{I}$$

ونجد أن التيار الكلي في الدائرة متأخر عن الجهد بزاوية (Ø)

مثلث القدرة :

ويمكن تعيين مثلث القدرة بضرب اضلاع مثلث التيار في قيمة الجهد كما في شكل (4−23)

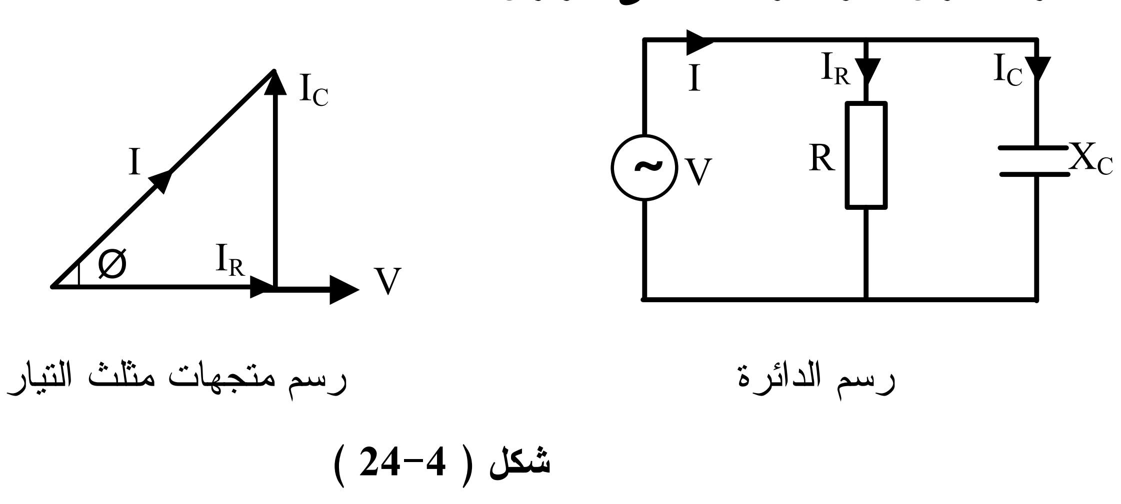


شكل (4−23)

من مثلث القدرة

القدرة الفعالة	P	$P = I_R . V \quad W$
القدرة الغير فعالة	Q	$Q = I_L . V \quad VAR$
القدرة الظاهرية	S	$S = I.V \quad VA$

دائرة تحتوى مقاومة ومكثف على التوازى :



رسم الدائرة

رسم متجهات مثلث التيار

شكل (4−24)

شكل (4−24) يوضح دائرة التيار المتردد التي تحتوى مقاومة ومكثف توازى ورسم المتجهات ومن هذا الشكل يتضح أن التيار الكلي في الدائرة متقدم عن الجهد بزاوية مقدارها Ø

وعلاقات التيارات كما يلي :

$$I^2 = I_R^2 + I_c^2$$

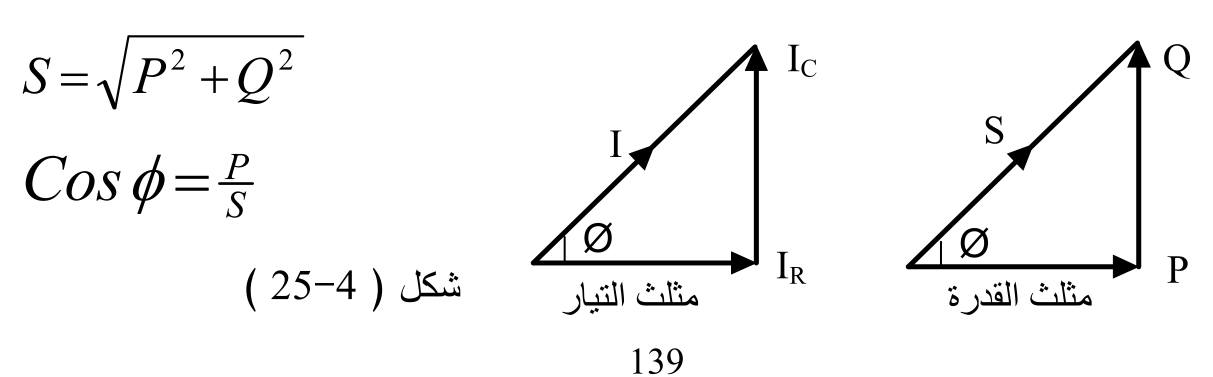
$$I = \sqrt{I_R^2 + I_c^2}$$

$$Cos\,\phi = \frac{I_R}{I}$$

وبضرب مثلث التيار في الجهد نحصل على مثلث القدرة كما بشكل (4−25)

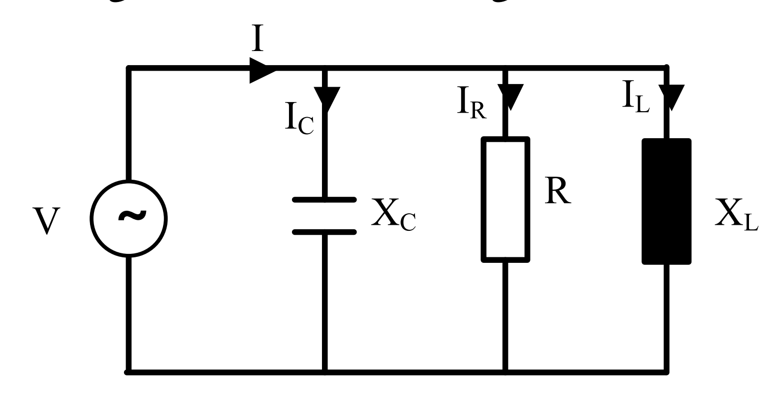
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$Cos\,\phi = \frac{P}{S}$$



شكل (4−25)

دائرة تيار متردد تحتوى على مقاومة وملف ومكثف على التوازى :



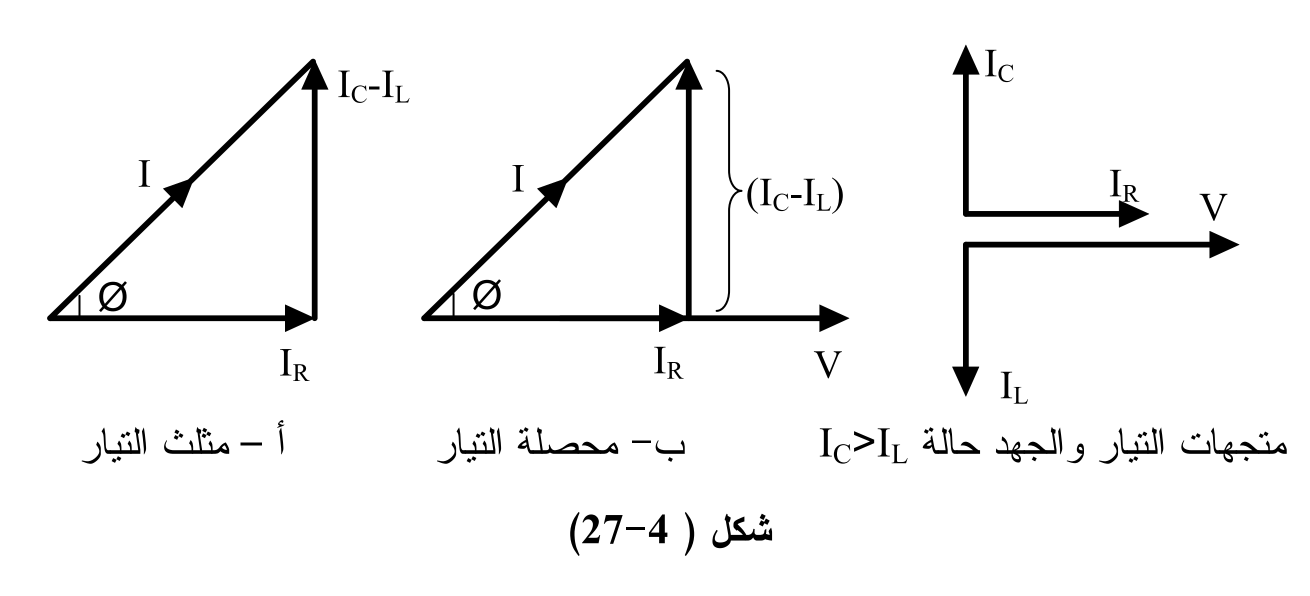
شكل (4−26) دائرة تحتوى على مقاومة وملف ومكثف على التوازي

هناك ثلاث حالات (1) $X_L > X_c$

(2) $X_L = X_C$

(3) $X_L < X_C$

برسم مثلث التيار والجهد شكل (4−27)



أ – مثلث التيار   ب− محصلة التيار   متجهات التيار والجهد حالة $I_C > I_L$

شكل (4−27)

ومنها نحصل على التيار الكلي I

$$I = \sqrt{\left(I_R\right)^2 + \left(I_c - I_L\right)^2}$$

$$Cos\,\phi = \frac{I_R}{I}$$

ملخص للحالات الممكنة في حالة دائرة التيار المتردد التي تحتوى على مقاومة ومكثف وملف على التوازي :

تركيب الدائرة	$X_L < X_C$	$X_L = X_C$	$X_L > X_C$
	التيار الكلي في الدائرة يسبق الجهد بزاوية أقل من 90^5 ونعامل الدائرة كأنها دائرة سعوية	التيار الكلي في الدائرة في نفس زاوية الوجه مع الجهد ويعامل الدائرة كأنها ذات دائرة مقاومة مادية فقط	التيار الكلي في الدائرة متأخر عن الجهد بزاوية أقل من 90^5 ونعامل الدائرة كأنها دائرة حثية

استنتاج حالة الرنين في دوائر التوالي:

في حالة الدائرة المكونة من ملف X_L ومقاومة R ومكثف X_C على التوالي إذا كانت $X_L = X_C$ فإن الممانعة الكلية $Z = R$ ويصبح جهد الدائرة V منطبقاً في الوجه مع التيار I ويقال فى هذه الحالة أنها دائرة رنين .

استنتاج تردد الرنين في حالة التوالي :

$$X_L = X_C$$

ومنه

$$2\pi f \cdot L = \frac{1}{2\pi f \cdot C}$$

$$(f)^2 = \frac{1}{4\pi^2 L.C}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$$ وترد الرنين f

وتُستعمَل هذه الدائرة عملياً في دوائر الراديو والتحكم الآلى

ملاحظات هامة :

إذا ذكر أن الدائرة في حالة رنين تكون التعبيرات الآتية صحيحة :

1- الاعاقة الكلية Z = R

2- جهه المنبع = الجهد على أطراف المقاومة R

3- معامل القدرة = الوحدة $Cos\,\phi = 1$

4- زاوية الوجه للدائرة = صفر. $\phi = 0$

5- القدرة الغير فعالة = صفر .

6- التيار متوافق مع الجهد أو يقال في نفس الوجه

7- القدرة الفعالة = القدرة الظاهرية

مثال : فى دائرة للرنين وجد أن معامل الحث للملف 0.01 هنرى وأن سعة المكثف الذى يحدث الرنين هو 100 ميكروفاراد . احسب تردد الرنين

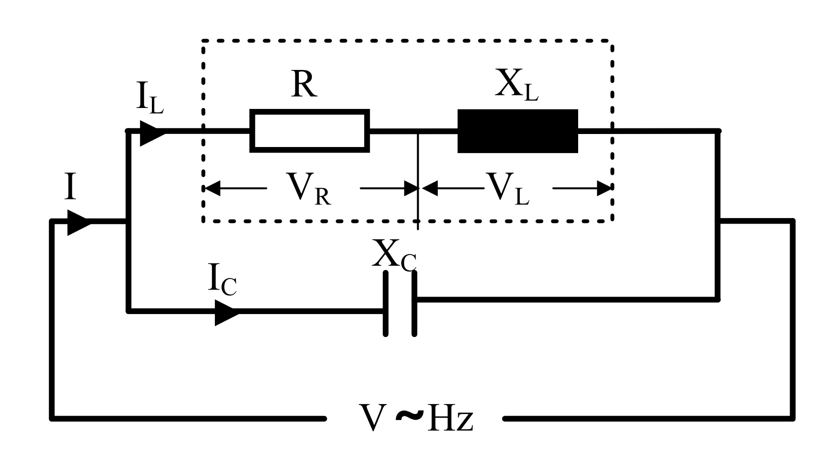
الحل:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$$

$$= \frac{1}{2\pi\sqrt{0.01 \times 100 \times 10^{-6}}} = 159\,H_Z$$

استنتاج حالة الرنين في دوائر التوازي :

تتكون دائرة الرنين على التوازي من ملف موصل على التوازي مع مكثف وعموماً الملف غير مثالي فيمكن تمثيل الملف بمحاثة + مقاومة مادية أى X_L مع التوالي مع المقاومة المادية R كما بشكل (4− 28)



شكل (4− 28)

ومنها نحصل على تردد الرنين في حالة التوازي (بدون برهان)

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}}$$

جدول مقارنة بين خصائص دائرة رنين التوالي ودائرة رنين التوازي

أوجه المقارنة	دائرة التوالي	دائرة التوازى
1- عند الرنين المعاوقة	قيمة صغرى	قيمة عظمى
2- المعاوقة	R	$\frac{L}{C.R}$ وتسمى الاعاقة الديناميكية
3- التيار عند الرنين	قيمة عظمى = $\frac{V}{R}$	قيمة صغرى = $\frac{V}{\frac{L}{R.C}}$
4- معامل القـــدرة عنـــد الرنين	$Cos\,\phi = 1$	$Cos\,\phi = 1$
5- تردد الرنين	$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$	$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{L.C} - \frac{R^2}{L^2}}$
6-الكمية المكبره بالدائرة	التيار	الجهد

تذكر (التيار المتردد)

- التيار المتغير هو تيار متغير فى القيمة والإتجاه مع تكرار نفسه دورياً مع مرور الزمن
- يعرف التردد بأنه عدد الذبذبات أو الموجات فى الثانية الواحدة ويرمز له بالرمز f
- الزمن الدورى هو الزمن بالثانية الذى تستغرقه الذبذبه الواحدة ويرمز له بالرمز T
- القيمة العظمى للجهد أو التيار عندها زاوية القطع 90^5 كهربية أى يكون مستوى الملف عموديا على مستوى خطوط المجال المغناطيسى
- حسابات دوائر التيار المتردد مبنية على استعمال القيمة الفعالة وهى القيمة التى تبينها أجهزة القياس للتيار المتردد
- معامل الشكل هو النسبة بين القيمة الفعالة والقيمة المتوسطة
- الهنرى : هو الاستنتاج النفسى لملف عندما يستنتج به ق.د.ك واحد فولت عندما يكون معدل التيار بالنسبة للزمن واحد أمبير/ثانية
- عند توصيل مقاومة مادية بجهد تيار متردد فإن التيار يتفق مع الجهد والزاوية بينهما=صفر
- عند توصيل ملف حثى بجهد تيار متردد فإن التيار يتأخر عن الجهد بزاوية 90^5
- عند توصيل مكثف بجهد تيار متردد فإن التيار يتقدم عن الجهد بزاوية 90^5
- من مثلث القدرة نجد أن القدرة الفعالة تزيد كلما قلت زاوية الوجه ϕ
- التردد فى حالة رنين التوالى $f = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$
- التردد فى حالة رنين التوازى $f = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{1}{LC} - \dfrac{R^2}{L^2}}$

أسئلة على الباب الرابع

1- يستخدم الجهد المتردد في المنازل والمصانع في مصر بتردد 50% ذبذبة /ث ماذا يعنى ذلك ؟

2- اشرح مع رسم بسيط كيفية توليد الموجه الجيبية .

3- عرف كل مما يأتى :

(أ) الدورة (ب) التردد (جـ) الزمن الدورى (د) زاوية الوجه

4- عرف كلاً من القيم الآتية للقوة الدافعة الكهربية ذات الموجه الجيبية .

1- القيمة اللحظية 2- القيمة المتوسطة 3- القيمة العظمى .

5- وضح بالرسم – (بالمتجهات والمنحنيات) الزاوية بين كل من التيار المار بملف حثـــى والجهد المسلط على طرفيه .

6- أوجد الممانعة الحثية X_L لملف حثة الذاتي 0.05 H إذا علم أن تردد المنبع 50Hz ثـــم إحسب ممانعته عند تردد 120 Hz وماذا تستنتج .

7- أوجد الممانعة السعوية X_C لدائرة تيار متردد بها مكثف فقط سعته 400 μf إذا علم أن التردد 50 Hz . ثم أوجد ممانعته إذا زاد التردد إلى 300 Hz وماذا تستنتج .

8- مقاومة مادية 80 Ω أوم وملف حثه 240 ميللي هنرى وصلا على التوالي بمنبع 220 فولت ، 50 ذ/ث إحسب :

أ- الممانعة الحثية للملف ب – شدة التيار

جـ- المعاوقة د – زاوية الوجه بين الجهد والتيار .

(الجواب 43.34^o ، 110 Ω ، 2A ، 75.4 Ω)

9- وصلت مقاومة مادية وممانعة استنتاجية بالتوالي خلال منبع جهده 240 فولت فإذا كـــان الجهد على الممانعة الاستنتاجية 185 فولت احسب :

أ- الجهد الواقع على المقاومة المادية التي قيمتها 25Ω

ب- مقدار الممانعة الحثية .

الجواب (30.25 Ω ، 152.9 V)

10- مكثف سعتة 8 ميكروفاراد وصل بالتوالي مع مقاومة أومية 60 أوم بمنبع جهده 220 فولت 50 هرتز أوجد :

أ- الممانعة السعوية ب- المعاوقة جـ - التيار

د - القدرة الفعالة هـ- القدرة الغير فعالة .

الجواب (398 Ω – 402.5 – 0.547 A – 17.93 W – 119 VAR)

11-مكثف سعته 2 ميكروفاراد . وملف حثه 2.5 هنرى ومقاومته الأومية 120 أوم وصلا بالتوالي بمنبع جهده 24 فولت وتردده 50 هيرتز.

إحسب :

(أ) معاوقة الدائرة (ب) التيار

(جـ) معامل القدرة (د) تردد الرنين

الجواب (814Ω , 29 m.A ,0.147, 71.2 Hz)

12- دائرة رنين تحتوى على ملف 160 مللي هنرى ومقاومة أوميه 150 أوم متصلين بالتوازى بمكثف سعته 22 نانو فاراد - فإحسب تردد الرنين

الجواب (45 M. Hz)

13-مقاومة مقدارها 12 أوم وملف حثه الذاتي 0.15 هنرى ومكثف سعته 100 ميكروفاراد وصلت على التوالي عبر منبع جهده 100 فولت وتردده 50 ذ/ ث

احسب ما يأتي :

أ - معاوقة الدائرة ب- التيار المار بالدائرة .

جـ- زاوية الوجه بين التيار وجهد المنبع د - معامل القدرة .

الاجابة (19.44 ، 5.14 أمبير ، 51.88^5 ، 0.6173 تأخر)

14-أذكر خواص دائرة رنين التوالي ؟

15- قارن بين دائرة رنين التوالي ودائرة رنين التوازي من حيث التيار عند الرنين - الاعاقة عند الرنين – معامل القدرة عند الرنين – تردد الرنين .

16-دائرة رنين توازى بها مكثف (4 μF) بالتوازى مع ملف حثى مقاومته المادية (50Ω) والحث الذاتي له (0.25 H) وصلت الدائرة بمنبع (110 V)

فإحسب :

أولاً : تردد الرنين.

ثانياً : معاوقة الدائرة عند هذا التردد

ثالثا : شدة التيار المسحوب من الدائرة .

الجواب ($F = 156\ H_Z$ ، المعاوقة $1250\ \Omega$ ، شدة التيار 0.08 أمبير)

الباب الخامس

أشباه الموصلات

5- 1 مقدمة :

5- 2 دراسة تركيب وخواص وإستخدام كل من :

ثنائي الوصلة

ثنائي الزينز

الترانزستور(NPN , PNP)

ترانزسور تأثير المجال MOSTET – JFET

الترانزستور احادى الوصلة UJT

الدياك

الترياك

ثنائي الفاركتور

ثنائي الثيرستـــــور SCR

وصلات أشباه الموصلات

Semiconductor Devices

5-1 مقدمة :

تنقسم المواد من حيث توصيلها للتيار الكهربي إلى ثلاثة أنواع هي :

1- الموصلات Conductors

وهى مواد جيدة التوصيل لوفرة الالكترونات الحرة بها ومن أمثلتها الفضة والنحاس الألمونيوم ، الحديد ، الذهب ... الخ .

2- المواد العازلة Insulators

وهى مواد لا تحتوى إلا على عدد ضئيل من الالكترونيات الحرة حيث يصعب التعرف على حركتها عملياً ومن أمثلتها المطاط والخزف والزجاج والورق .... الخ.

3- المواد الشبه موصلة Semiconductors

وهى مواد تقع بين حدود الموصلات والعوازل ومن أمثلتها الجرمانيوم والسليكون وهذه المواد لها صفات معينة مثل :

أ- تكون عازلة تماماً في حالتها النقية عند درجة حرارة الصفر المطلق .

ب-تكون موصلة بصورة رديئة في حالتها النقية عند درجة الحرارة العادية .

جـ- تزداد درجة توصيلها بإضافة مواد أخرى .

د - تتحسن قابليتها للتوصل بإرتفاع درجة حرارتها .

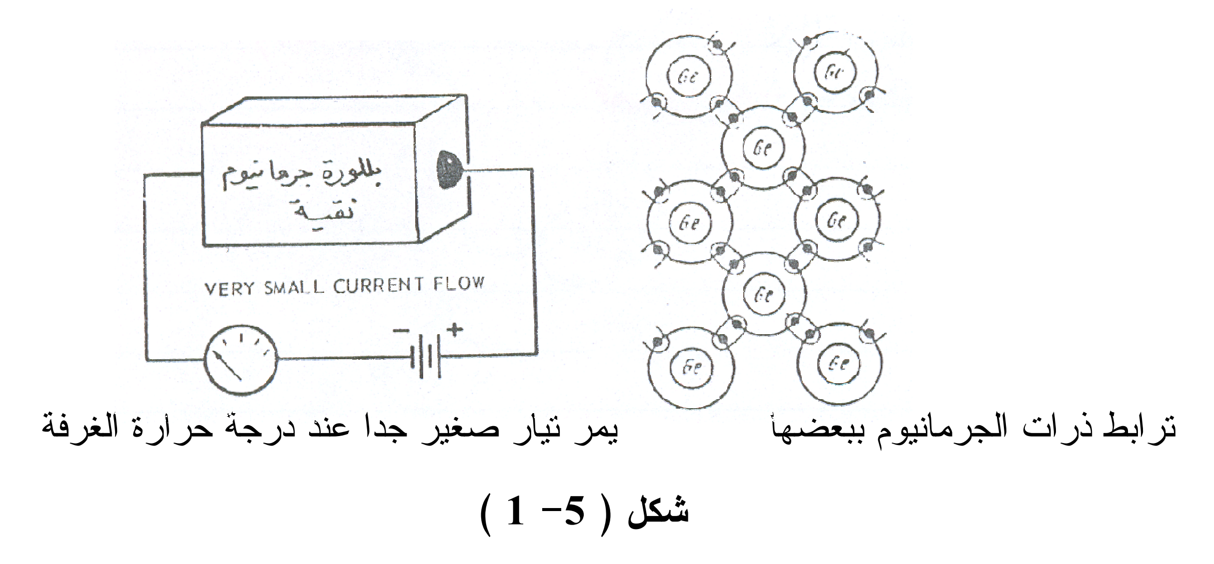
*** بللورة شبه الموصلة النقية :**

يتبلور كل من الجرمانيوم والسيليكون على هيئة التشابك الإنشائي للماس وكلاهما مادة صلدة قابلة للكسر ويستخدم كل من الجرمانيوم والسيليكون في صناعة الثنائيات والترانزستور والدوائر المتكاملة وسوف نتعرض للجرمانيوم والسيليكون كمادة شبه موصلة واستخداماتها .

* بللورة الجرمانيوم النقية :

تترابط ذرات الجرمانيوم مع بعضها لتكون بللورة جرمانيوم نقية حيث ترتبط كـــل ذرة مع أربع ذرات مجاورة برابطة تساهمية مشتركة لتأخذ كل ذرة أربـــع الكترونــــات مـــن ذرات مجاورة وتعطى الكتروناتها الأربع في أربع روابط كما بالشكل (5-1)

وهذه البللورة تكون رديئة التوصيل في درجة الحرارة العادية .

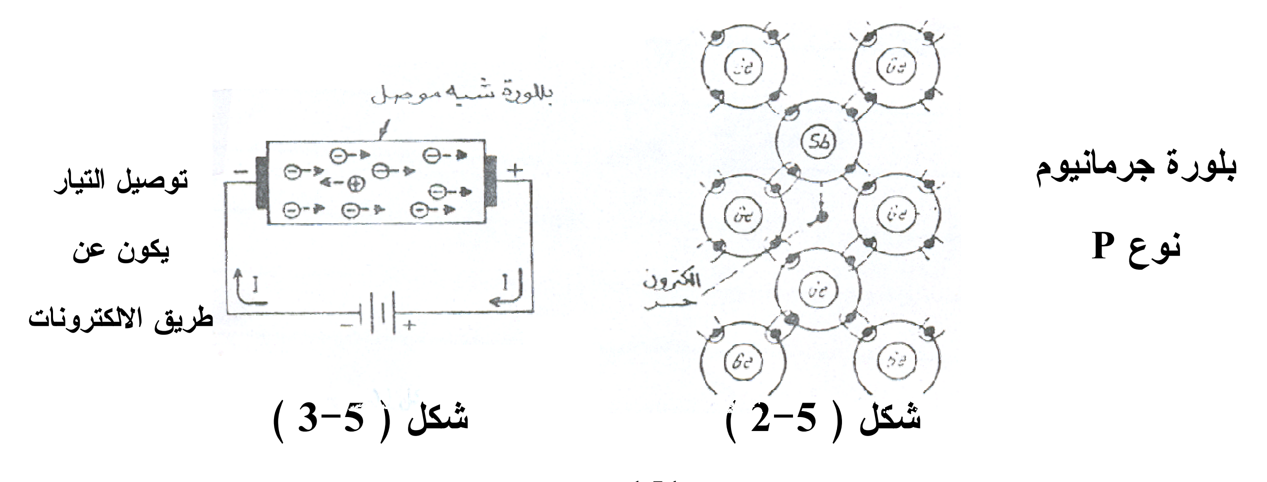


ترابط ذرات الجرمانيوم ببعضها — يمر تيار صغير جدا عند درجة حرارة الغرفة

شكل (5- 1)

بللورة الجرمانيوم السالبة من النوع N

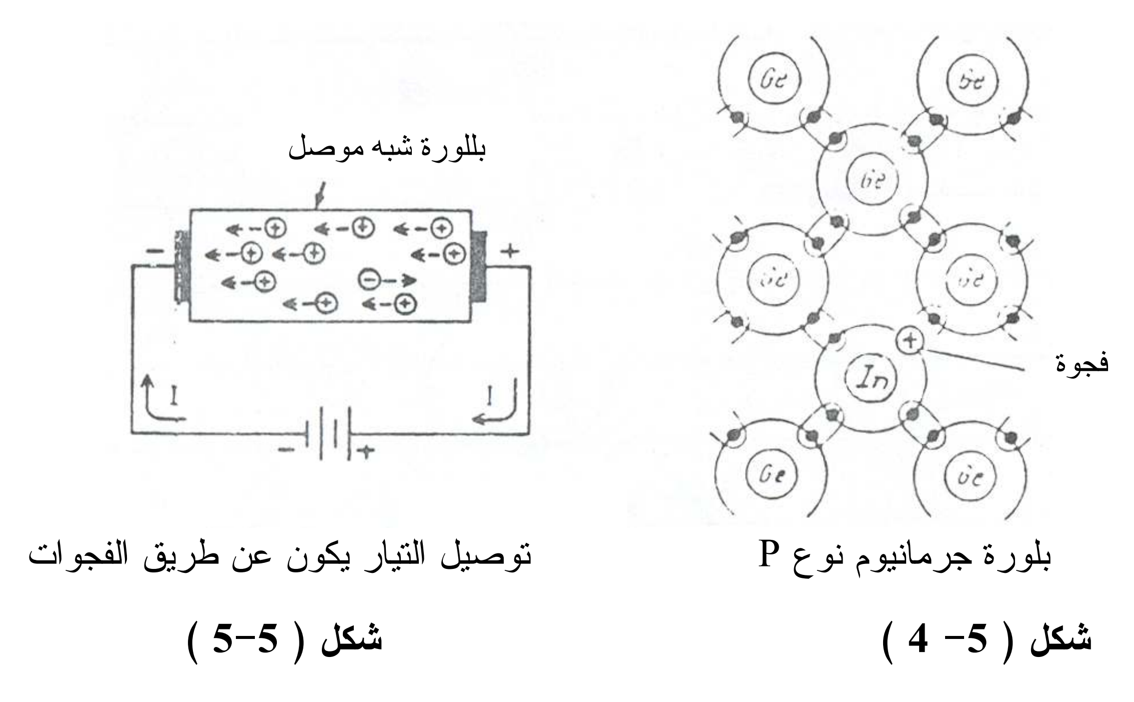
لزيادة درجة توصيل بللورة الجرمانيوم النقية يضاف الى البللورة قليل من الشوائب فعند إضافة مادة خماسية التكافؤ كالزرنيخ أو الفوسفور فإن أربعة ذرات من الجرمانيوم تتشارك مع ذرة الزينج في اربعة روابط مشتركة ويبقى الكترون من ذرة الزرنيخ حر هذا الالكترون يكون غير مستقر فيحاول الدخول في رابطة ويطرد الكترون من أحد الروابط وهكذا تـــصبح هنــــاك حركة للإلكترونات السالبة ويكون عدد الشحنات السالبة اكبر من الموجبة لذا تسمى بللورة سالبة كما في شكل (5-2) ، شكل (5-3)



شكل (5-2) — **شكل (5-3)**

بللورة جرمانيوم موجبة من النوع P :

عند إضافة شائب ثلاثى التكافؤ مثل الانديوم أو الألومنيوم إلى بللورة الجرمانيوم النقية يتحد مع ذرات الجرمانيوم في ثلاث روابط وتبقى الرابطة الرابعة ناقصة الكترون ويصبح مكانه فجوة Hole يحاول احد الالكترونات مليء هذه الفجوة فيترك مكانه متحركاً اليها تاركاً مكانة فجوه وهكذا تتحرك الفجوات ظاهرياً ويكون عدد الشحنات الموجبة اكبر من السالبة لذا تسمى البللورة الموجبة P ، الشكلان (5–4) ، (5–5) يبينان بللورة جرمانيوم موجبة .



بلورة جرمانيوم نوع P

شكل (5– 4)

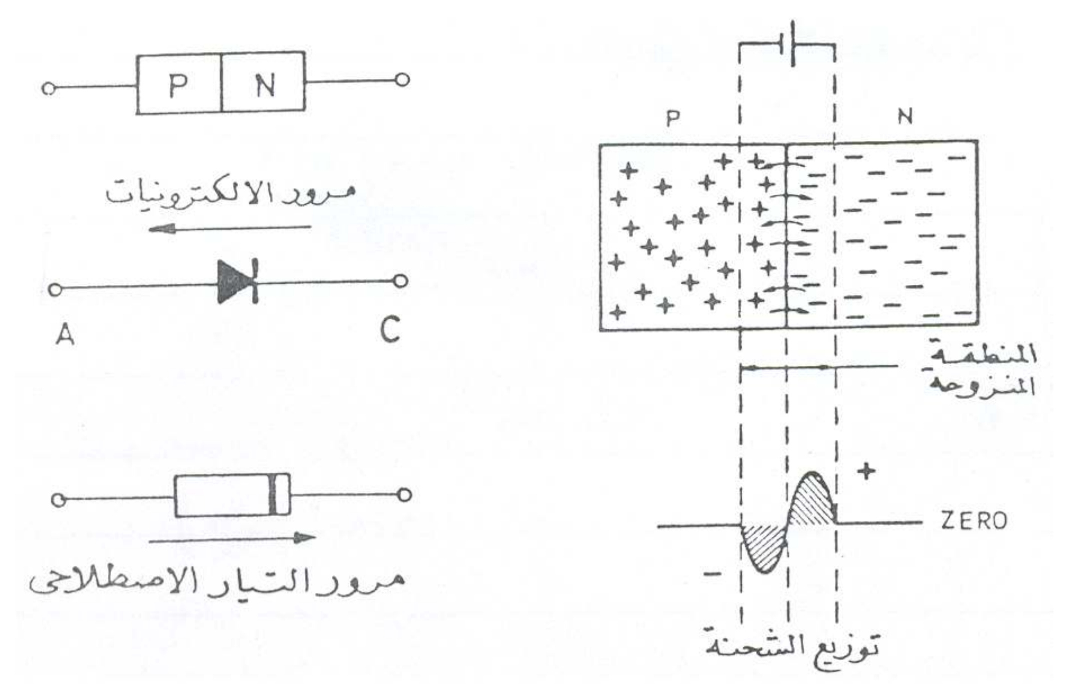
توصيل التيار يكون عن طريق الفجوات

شكل (5–5)

5–2 دراسة تركيب وخواص وإستخدام كل من :

*** ثنائي الوصلة : Diode**

عند توصيل بللورة جرمانيوم نوع P وبللورة أخرى نوع N كما بالشكل (5–6) ويسمى سطح الاتصال بين البللورتين بالوصلة ، وعندها تنجذب الالكترونات الى الفجوات من البللورة N عبر سطح الإتصال الى البلورة P لمليء الفجوات والعكس بالعكس وينتج منطقة فارغة من حاملات التيار على جانبى الوصلة تسمى المنطقة القاحلة أو المنزوحة Depletion Area ويتكون جهد على طرفي هذه المنطقة يسمى بالجهد الحاجز يكون 0.7 V لوصلة السيليكون و0.3V لوصلة الجرمانيوم والشكل (5–6) يبين تكوين الوصلة الثنائية وتكوين الجهد الحاجز عن طرق الانتشار عبر الوصلة والشكل (5–7) يبين رمز ثنائي الوصلة واتجاه مرور التيار والإلكترونات.



شكل (5-6) تكوين الوصلة الثنائية   شكل (5-7) الثنائى البلورى

تكوين الجهد الحاجز عن طريق الانتشار عبر الوصلة واتجاه مرور التيار والالكترونات

* إنحيازات الثنائي Diode Bias

يتم الحصول على إنحيازات الثنائي عن طريق توصيل بطارية (– ، +) على طرفي الدايود الثنائي

أ – الإنحياز (التوصيل) الأمامي : Forward Bias

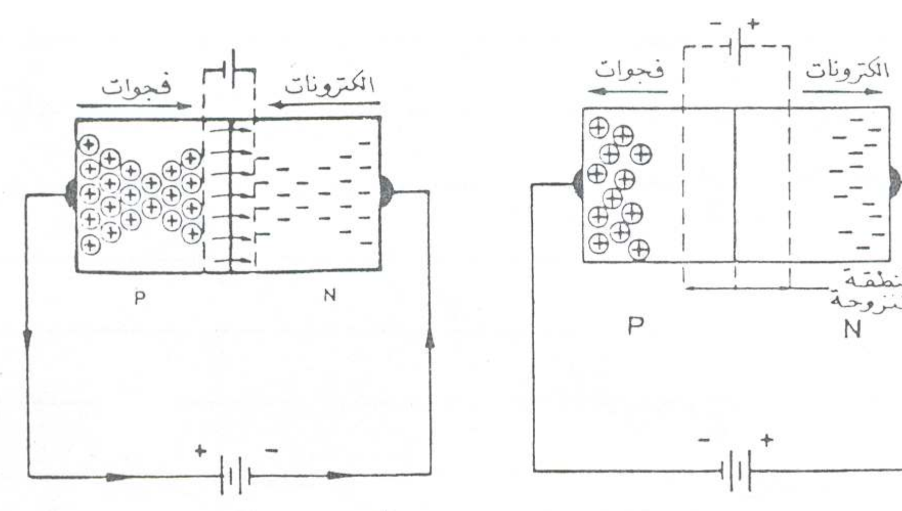
عند توصيل موجب البطارية مع طرف P للدايود ، وسالب البطارية مع طرف N للدايود يكون التوصيل أمامي وفيه تتجذب الإلكترونات إلى القطب السالب للبطارية عبر الوصلة وكذا تتجذب الفجوات الى قطب البطارية السالب عبر الوصلة .وهنا يقل عرض المنطقة القاحلة ويقل الجهد الحاجز وتقل مقاومة الدايود الثنائي ، فيمر تيار من الإلكترونات الى الدائرة الخارجية وعليه يمر تيار كهربي كبير الى الدائرة الخارجية ويكون فرق الجهد على طرفي الدايود صغير والشكل (5-8) يبين اتجاهات الالكترونات والتيار .

ب– الإنحياز (التوصيل) العكسى : Reverse Bias

وفيه يتم توصيل سالب البطارية بالطرف N للدايود p وموجب البطارية بالطرف N فيحدث تنافر وتتجه الإلكترونات والفجوات بعيداً عن طرفي البطارية وتزيد عرض المنطقة

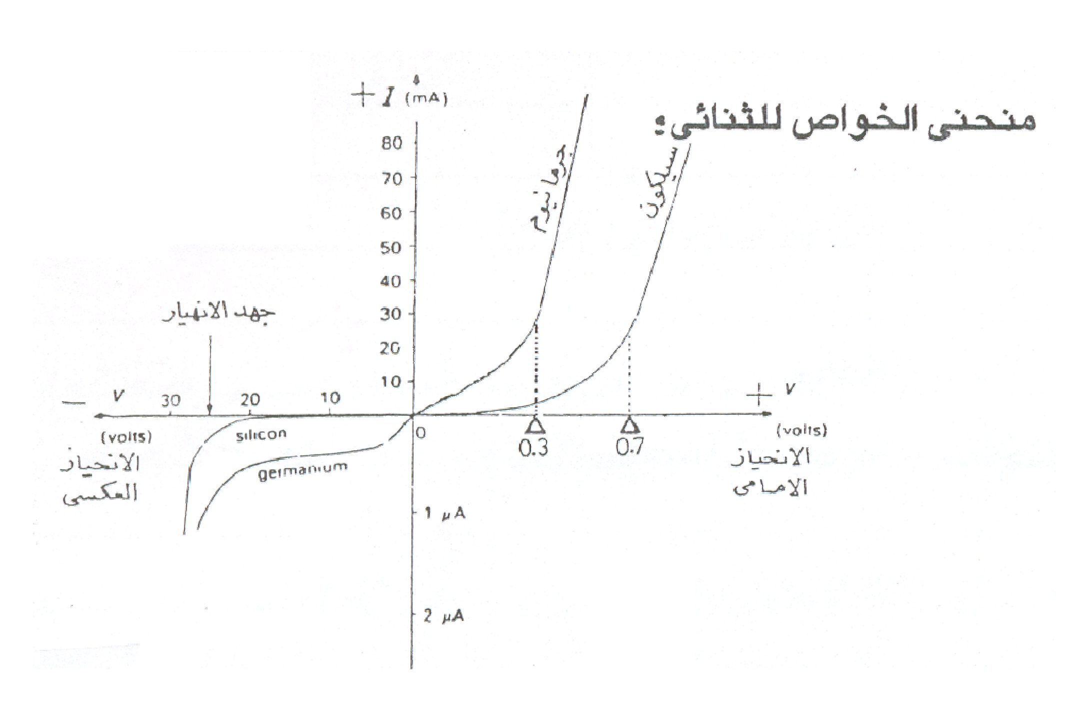
القاحلة فيزيد الجهد الحاجز وتزيد مقاومة الوصلة ويمر تيار صغير جداً وهذا يعنى زيادة فرق الجهد على طرفي الدايود والشكل (5−9) يبين اتجاهات الالكترونات والتيار

والشكل (5−10) يبين منحنى الخواص للثنائي وفيه يتضح أن التيار في الاتجاه الأمامي كبير عند جهد صغير لصغر مقاومة الدايود (الثنائي) بينما في الإتجاه العكــس يكــون التيــار صغير جداً عند جهد عالي وعند جهد معين (يسمى جهد الانهيــار Breakdown voltage) ينهار الدايود ويصبح موصل وتختلف قيمة هذا الجهد على حسب نوع المادة للموحد (الثنــائي) حيث تكون قيمة التيار العكسي لثنائي الجرمانيوم اكبر بالمقارنة بثنائي السليكون .



شكل (5−9) الانحياز العكسى

شكل (5− 8) الانحياز الامامى



شكل (5−10) منحنى الخواص لثنائى شبه الموصل

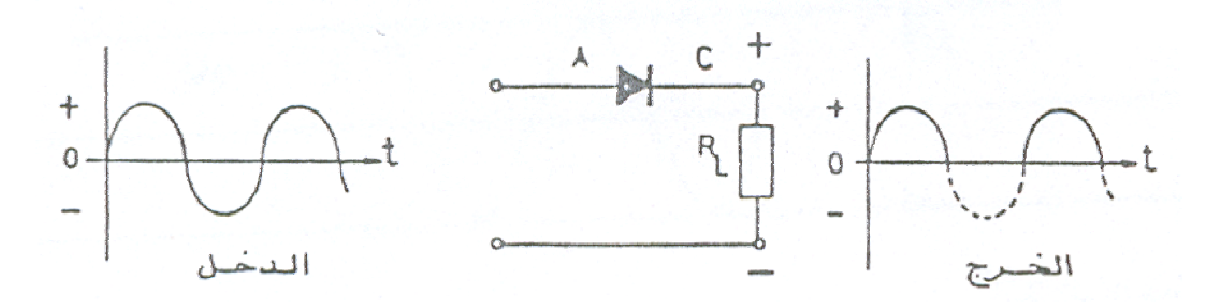
*** استخدامات ثنائي الوصلة (الموحد)**

يستخدم الموحد في عملية تحويل التيار المتغير الى تيار مستمر (عملية التوحيد) ودوائر مضاعفة الجهد في البوابات المنطقية Logic gates ، قص جزء من إشارة ، وكشف الموجه الحاملة في أجهزة الاتصالات للراديو والتليفزيون .

وسوف نتعرض فقط لدوائر توحيد التيار وهى تحويل التيار المتغير إلى مستمر باستخدام الموحدات .

*** دائرة توحيد نصف الموجه : Half wave Rectifier**

الشكل (5–11) يبين طريقة توصيل الدايود للحصول على توحيد نصف موجه وفيه نلاحظ أنه عند نصف الموجه الموجب للدخل يكون الموحد في حالة توصيل امامي فيمر تيار بالموحد ويكون الخرج نصف موجه موجب وعند نصف الموجه السالب للدخل يكون الموحد فى حالة توصيل عكسى فلا يمر تيار ويكون الخرج صفراً وهكذا يمر خلال الموحد نصف الموجه الموجب فقط (وتكون القيمة المتوسطة لجهد الخرج $V_{Av} = \frac{V_P}{\pi}$ أى تساوى 0.6 من القيمة العظمي لجهد الدخل تقريبًا) .

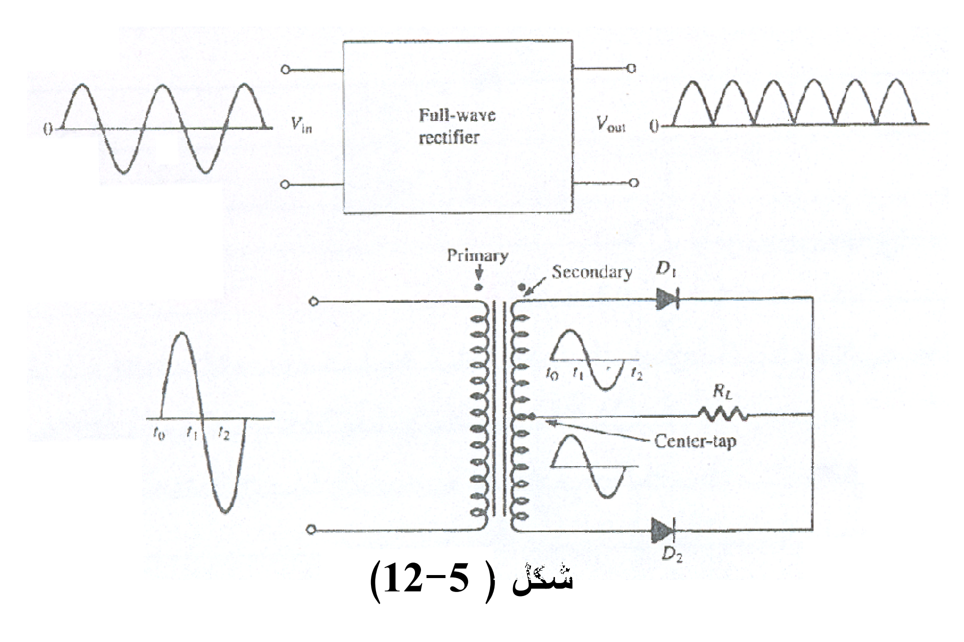


شكل (5–11) استخدام الثنائى فى توحيد التيار المتردد

*** دائرة توحيد الموجه الكاملة Full Wave Rectifier**

الشكل (5–12) يبين دائرة توحيد موجه كاملة وفيها يتم استخدام محول ذو نقطة متوسطة في الثانوى فعند نصف الموجه الموجب للدخل يكون الموحد في توصيل أمامي ويمرر نصف الموجه بينما يكون D_2 في وضع عكسى ويكون خرجه صفراً .

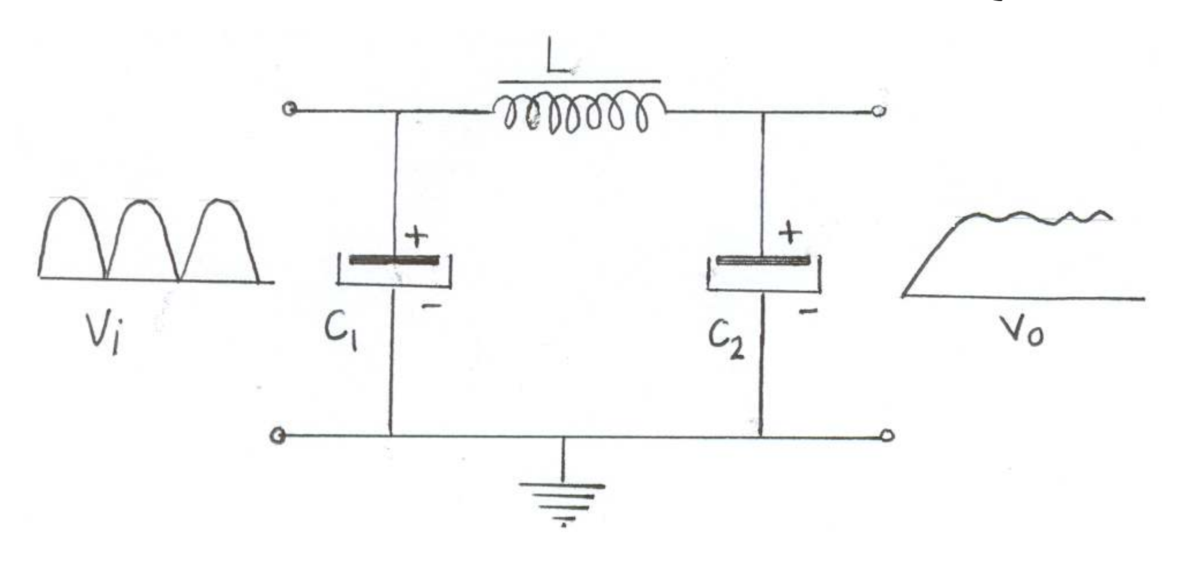
وعند نصف الموجه السالب للدخل يصبح D_2 في توصيل أمامي فيمرر نصف الموجه السالب للدخل ويكون الخرج في إتجاه موجب وهكذا يتم توحيد إتجاه نصفي الموجه . ويمكن استخدام اربعة موحدات توصل على هيئة قنطرة .



شكل (5-12)

*** دوائر التنعيم Smoothing Circuits**

يلاحظ أن خرج دوائر التوحيد السابقة عبارة عن انصاف موجات موحدة الإتجاه متغيرة القيمة ولتحويلها الى تيار مستمر موحد القيمة والإتجاه يستخدم لتوحيد القيمة دوائر التنعيم وشكل (5-12) يبين دائرة تنعيم بإستخدام مكثفين كيميائين وملف خانق للتيار المتغير وعن طريق شحن وتفريغ المكثفات والملف يمكن تحويل التيار المتغير القيمة إلى تيار مستمر.

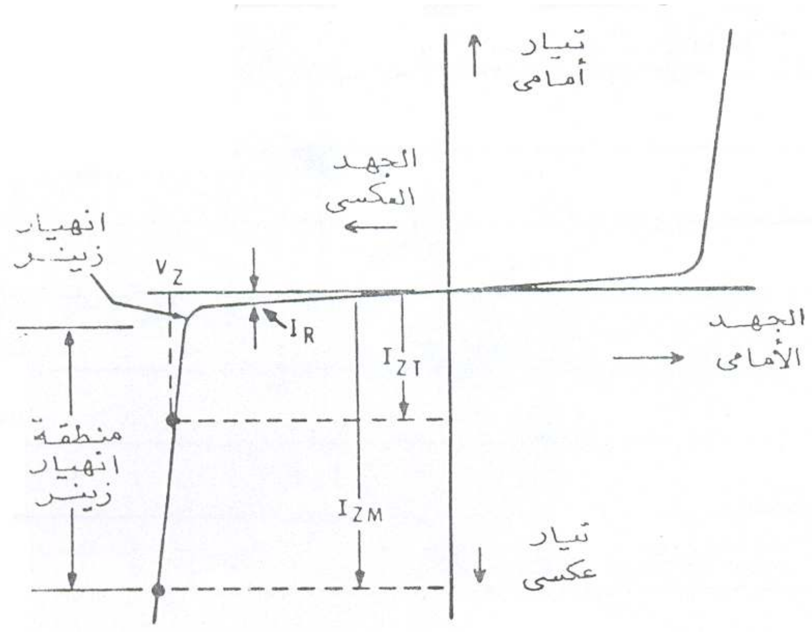


شكل (5-13)

*** ثنائى الزينر : Zener Diode**

ثنائى الزينر هو وصلة PN مصنوعة من السيليكون تختلف عن دايود التوحيد فـــي أن عملها مسموح به عند نقطة الإنهيار بدون حدوث أى مشاكل . وجهد الإنهيار يضبط عن طريق كمية المادة (الشائبة) المضافة إلى السيليكون لتحويله الى بللورة N أو P أثناء التصنيع .

ويوجد نوعين من جهد الانهيار للزينر دايود أحدها يحدث عند جهود عاليـــة وهـــو مـــا يسمى Avalanch Breakdown والآخر عند جهود منخفـــضة وهـــو مـــا يـــسمى Zener Breakdown وثنائي الزينر متوفر تجارياً بجهود تتراوح من 1.8 فولت إلى 200 ڤولت وعند تقليل جهد الإنحياز العكسي يخرج الزينر من مستوى الانهيار الى مستوى التشبع ويحدث ذلـــك العديد من المرات دون تلف الثنائى ويجب أن لا يزيد التيار المسلط عن التيار المقنن له حتى لا يتلف .

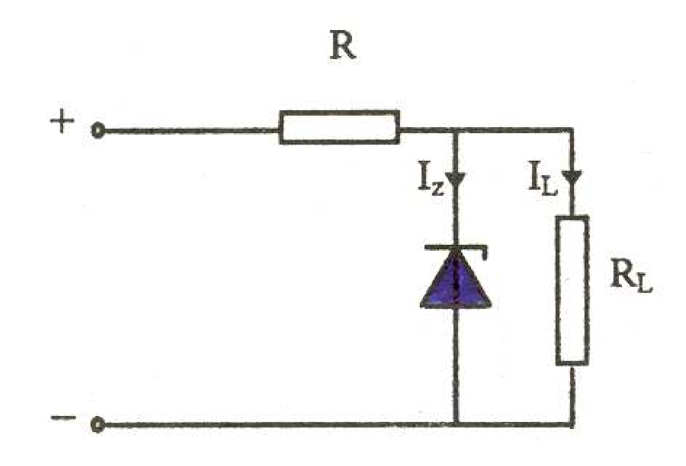


شكل (5− 14)

*** استخدامات الزينر :**

تستخدم ثنائيات الزينر كمنظمات للجهد وتستخدم أيضاً في دوائر تشكيل الموجه .

الشكل (5−15) يبين توصيل الزينر بالتوازي مع الحمل لتنظيم الجهد المغذى للحمل .

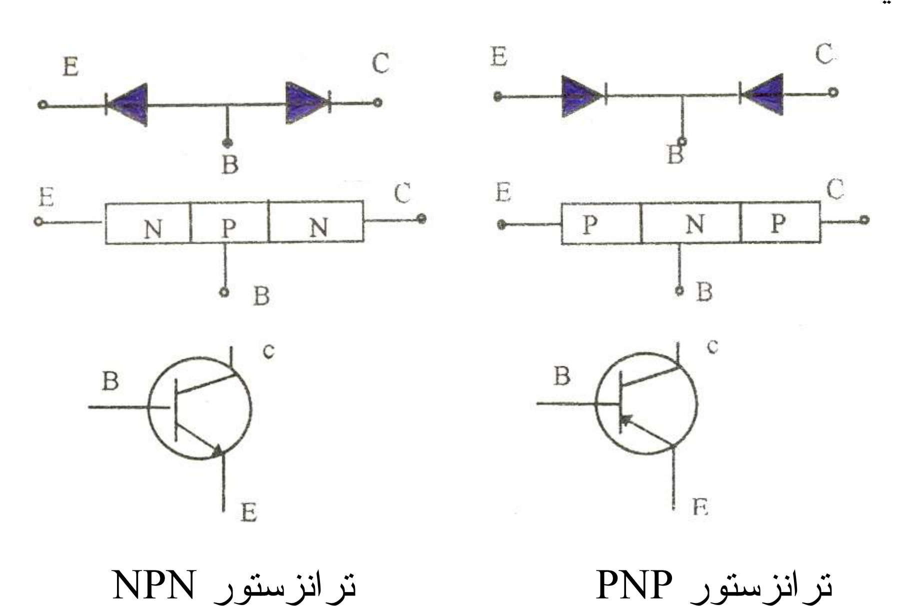


شكل (5−15) يبين توصيل الزينر كمنظم جهد

ويتم تنظيم الجهد كالاتي : في حالة جهد الدخل V_{in} غير ثابت . فإنه عند زيادة جهد الدخل V_{in} يزيد تيار الزينر فيحدث زيادة الجهد المفقود في المقاومة R بما يعادل الزيادة في جهد الدخل V_{in} تقريباً . ويظل الجهد على طرفى الزينر ثابت . ويحدث العكس عند إنخفاض قيمة جهد الدخل V_{in} يقل تيار الزينر ويقل الفقد في R ويظل جهد الخرج ثابت.

*** الترانزستور Bipolar Junction Trensistor (BJT)**

يتكون الترانزستور من ثلاثة أجزاء من أشباه الموصلات P, N يتم ترتيبها PNP أوNPN للحصول على ترانسستور PNP وآخر NPN كما بالشكل (5− 16) ومبدأ التشغيل للنوعين واحد ولكن الإختلاف في طريقة توصيل الجهد المستمر اللازم لتوفير جهد الإنحياز والترانزستور يكافيء ثنائيين متصلين عكس بعضهما .



ترانزستور NPN ترانزستور PNP

شكل (5−16) يبين نوعى الترانزستور

ومن الشكل يتضح أن للترانزستور ثلاثة أقطاب

(1) المشع Emitter (E)

(2) القاعدة Base (B)

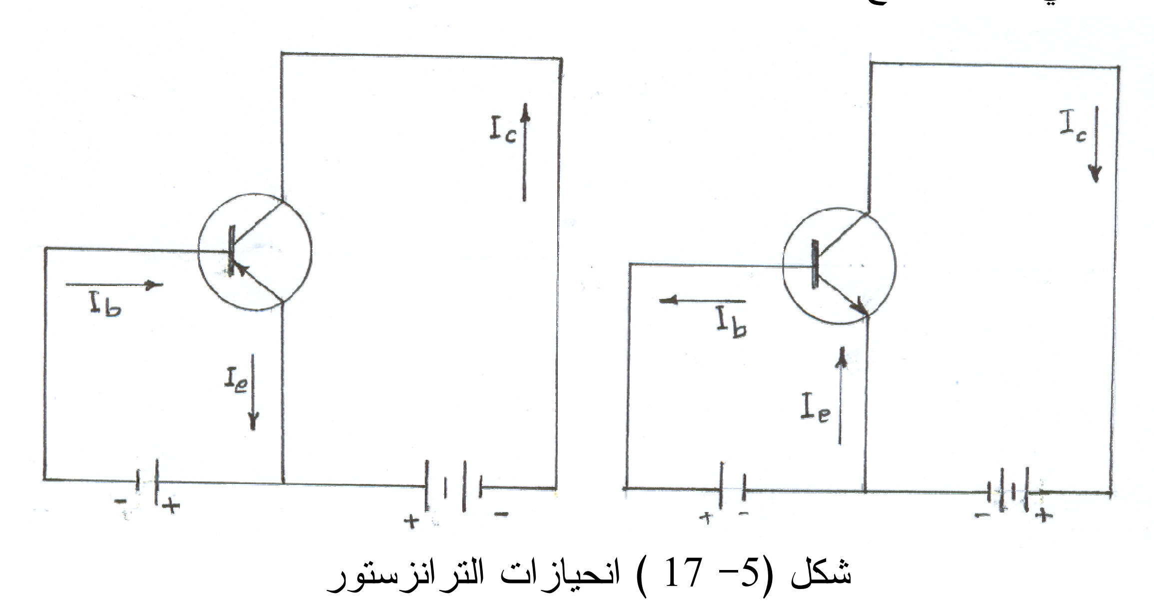
(3) المجمع Collector (C)

والمجمع يكون غالباً أكبر حجماً ومساحة من المشع أما القاعدة فهى رقيقة جداً ويطلق علي هذا النوع إسم الترانزستور ثنائي القطبية bipolar Transistor وذلك لأن طريقة عمله تعتمد على فعل متبادل بين نوعين من حاملات الشحنة (الإلكترونات والفجوات) .

*** إنحياز الترانزستور Transistor Biasing**

يجب عند توصيل الإنحيازات اللازمة لتشغيل الترانزستور مراعاة أن تكون دائرة الدخل (وصلة المشع / قاعدة) ذات إنحياز أمامي . وأن تكون دائرة الخرج (وصلة المجمع / قاعدة) ذات إنحياز عكس .

والشكل (5-17) يوضح طريقة توصيل إنحيازات ترانزستور NPN , PNP . ونتيجة للإنحياز الامامي لدائرة الدخل يمر تيار I_B في القاعدة ولوجود الجهد العكسي العالي على المجمع فإنه يمر تيار كبير في دائرة المشع المجمع خلال بطاريات التغذية وترتبط تيارات الترانزستور بالعلاقة $I_E = I_B + I_C$ وعادة ما يكون I_B صغير جداً بالميكرو أمبير ومن العلاقة السابقة يتضح أن تيار المجمع كبير وأى تغيير في إنحياز المشع / قاعدة ينتج عنه تغير تيار المشع وبالتالي تيار المجمع .



شكل (5- 17) انحيازات الترانزستور

*** توصيل الترانزستور في الدائرة :**

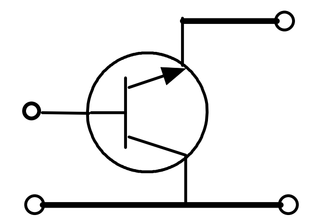
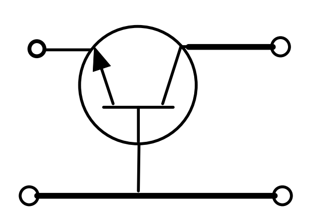
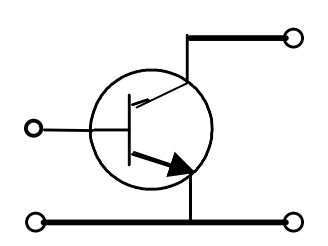
عند توصيل الترانزستور في الدائرة يكون أحد أطرافه الثلاثة يمثل الدخل والثاني الخرج والطرف الآخر مشترك وبذلك يوصل الترانزستور بثلاث طرق هي :

(1) القاعدة المشتركة Common Base ، (2) المشع المشترك Common Emitter

(3) المجمع المشترك Common Collector والشكل (5−18) يبين هذه الطـرق وأكثرهـا انتشارًا هو طريقة المشع المشترك حيث لها كسب قدره أكبر من الحالتين الاخريين .

كما أن فيها الفرق بين مقاومتى الدخل والخرج أقل وكسب التيار فيها(بيتاً β) وهـو النسبة بين تيار المجمع I_C وتيار القاعدة ($\beta = \frac{I_c}{I_B}$) ويكون أكبر من الواحد الصحيح .

بينما الكسب في حالة القاعدة المشتركة (ألفا α) وهو النسبة بين تيار المجمع وتيـار المشع ($\alpha = \frac{I_C}{I_E}$) وتكون أقل من الواحد الصحيح.

طريقة المجمع المشترك   طريقة القاعدة المشتركة   طريقة المشع المشترك

شكل (5−18)

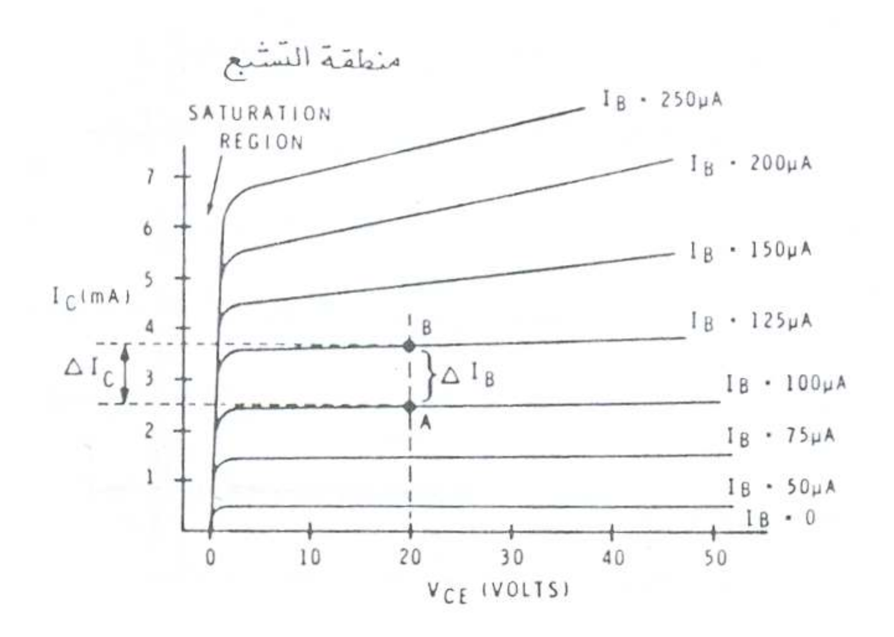
*** منحنيات خواص الترانزستور :**

سنكتفي بدراسة منحنيات خواص الترانستور الموصل بطريقة المشع المشترك .

منحنيات خواص الخرج :

الشكل (5−19) يبين العلاقة بين الجهد V_{CE} (الجهد بين المجمع والمشع) ويبين تيار المجمع (I_C) وذلك عند ثبات تيار القاعدة (I_B) ويتم ذلك بتغيير الجهد V_{CE} وعند كل تغير يسجل V_{CE} ، I_C.

ومن هذه القيم يتم رسم المنحنى ويمكن رسم منحنيات أخرى عند قيم أخرى لتيار القاعدة كما بالشكل ويلاحظ أنه من المنحنى يمكن حساب التكبير β وكذا حساب ثوابت الترانزستور .

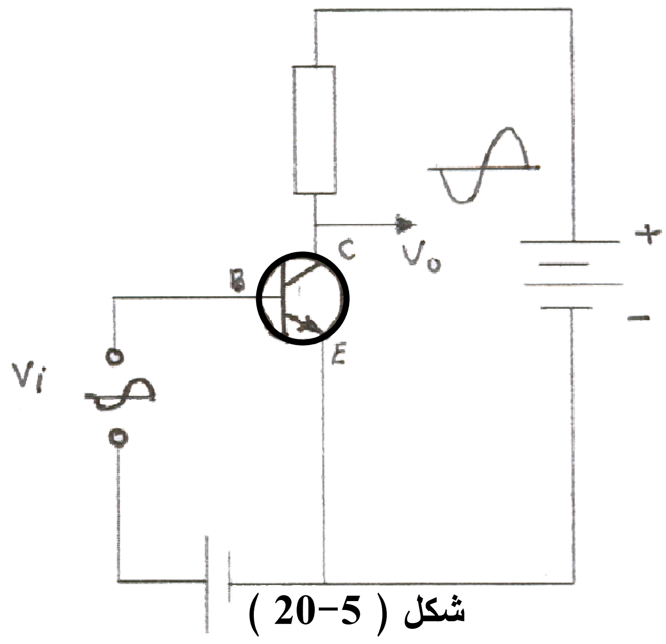


شكل (5−19) مجموعة نمطية لمنحنيات الخواص

إستخدام الترانزستور كمكبر :

يمكن التحكم في تيار المجمع بواسطة تيار القاعدة ويتوقف مدى التحكم في تيار المجمع على قيمة β للترانزستور وشكل (5−20) يبين دائرة مكبر ترانزستور موصل بطريقة المشع المشترك ، فعند توصيل إشارة متغيرة بدائرة القاعدة ، يعمل تيار الاشارة على تعديل تيار الانحياز للقاعدة ، بأن يضاف إليه بالزيادة أو النقصان مما يؤدى إلى زيادة أو نقصان تيار القاعدة ، وبالتالي زيادة أو نقصان في تيار المجمع بدرجة أكبر بنسبة β وبهذا نحصل عند

طرفي مقاومة الحمل R_L على جهد مكبر صورة طبق الأصل من جهد الدخل بفرق في الوجه مقداره 180^5 .



شكل (5−20)

*** ترانزستور تـــأثير المجال (Field Effect Transistor (FET :**

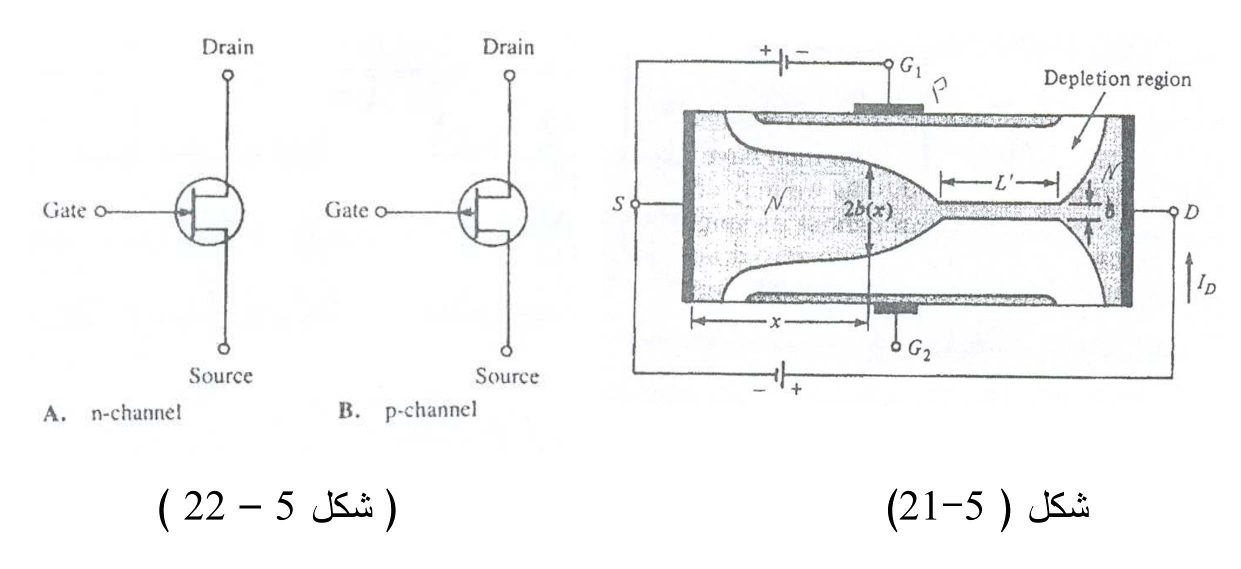
هو عنصر من عناصر أشباه الموصلات ويتكون من ثلاثة أقطاب هى المنبـــع Source ويرمز له بالحرف (S) ، والبوابة (Gate) ويرمز لها بالحرف (G) والمـــصرف Drain ويرمز بالحرف (D) وهذه الأقطاب تعادل المشع ، القاعدة ، المجمع علـــى الترتيـــب فـــي الترانزستور ثنائي القطب .

ويقوم ترانزستور تأثير المجال بتكبير الإشارات الكهربية ويتم التحكم فيه – عن طريـــق تأثير المجال بالجهد ، بينما في الترانزستور ثنائي القطب يتم التحكم فيه عـــن طريـــق التيـــار ويوجد نوعان من ترانزستور تأثير المجال هما (1) نوع يتم التحكم فيه عن طريق التحكم فـــي عمق القناه (MESFET , JFET) (2) النوع الآخر ويتم التحكم فيـــه بـــالتحكم فـــي قيمـــة حاملات التيار (MOSFET).

(1) تركيب ترانزستور تأثير المجال JFET (ذو البوابة المتصلة):

يتم إختيار شريحة من مادة شبة موصلة N مثلاً ، وبإضافة بوابة نوع P بالانتشار على جانب الشريحة ينتج بينهما وصلة P-N وتتواجد منطقة منزوحة القناة علـــى جـــانبي الوصـــلة وبالتحكم في الانحيازات يتم التحكم في عرض القناة وبالتـــالي فـــي مقاومـــة القنـــاة لمـــرور

الالكترونات والشكل (5−21) يبين تركيب ترانزستور JFET والشكل (5−22) يبين الرمز النظرى لترانزستور تأثير المجال ذو بوابة P وآخر ذو بوابة N .

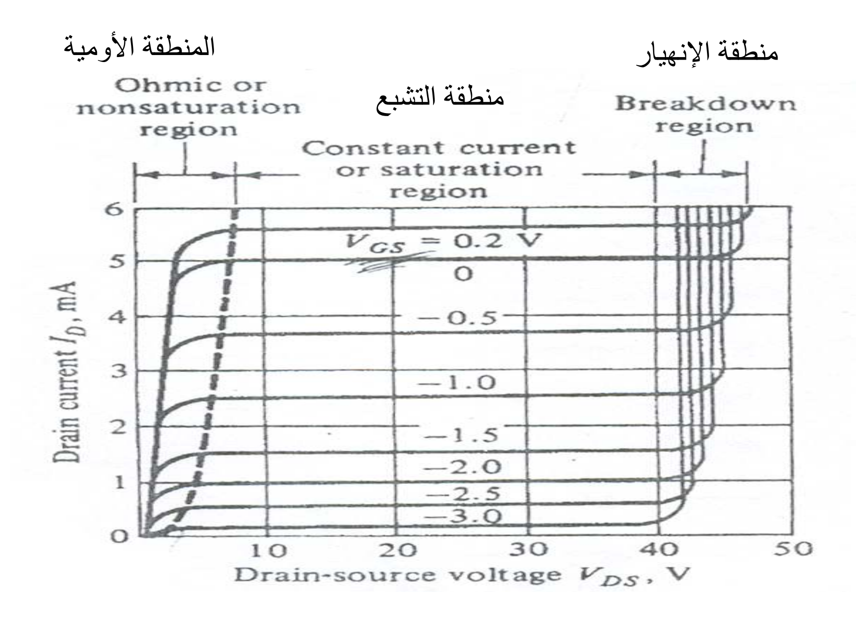


شكل (5−21) (شكل 5 − 22)

*** طريقة عمل ترانزستور JFET :**

كما في الشكل (5−21) نرى أنه تم توصيل إنحياز أمامي لدائرة الدخل V_{GS} كما في الترانزستور العادي فعند تطبيق جهد صغير بين المصدر (S) والمصب (D) V_{DS} لا يكون للتيار المار تأثير على عرض القناة حيث يكون عرضها كبير لصغر المنطقة القاحلة المنزوحة ، ويمر تيار كبير يتناسب خطياً مع V_{DS} وتسمى بالمنطقة الأومية ويستمر ذلك إلى أن يصل V_{DS} الي قيمة كبيرة يقل عندها عرض القناة وتزيد المنطقة المنزوحة (القاحلة) ويقل التيار المار أو يثبت عند قيمة ثابتة مهما زاد V_{DS} وتسمى هذه المنطقة بمنطقة التشبع Saturation Region وبإستمرار زيادة V_{DS} نصل الى منطقة الإنهيار Breakdwon Region ويتضح ذلك من الشكل (5−23) الذى يبين منحنى العلاقة بين V_{DS} ، I_D عند قيم مختلفة V_{DS} ويتم توصيل ترانزستور تأثير المجال الى الدائرة بثلاث طرق هى المنبع (S) مشترك ، البوابة (G) مشترك ، المصرف (D) مشترك وطريقة المنبع المشترك هى الأكثر إستخداماً .

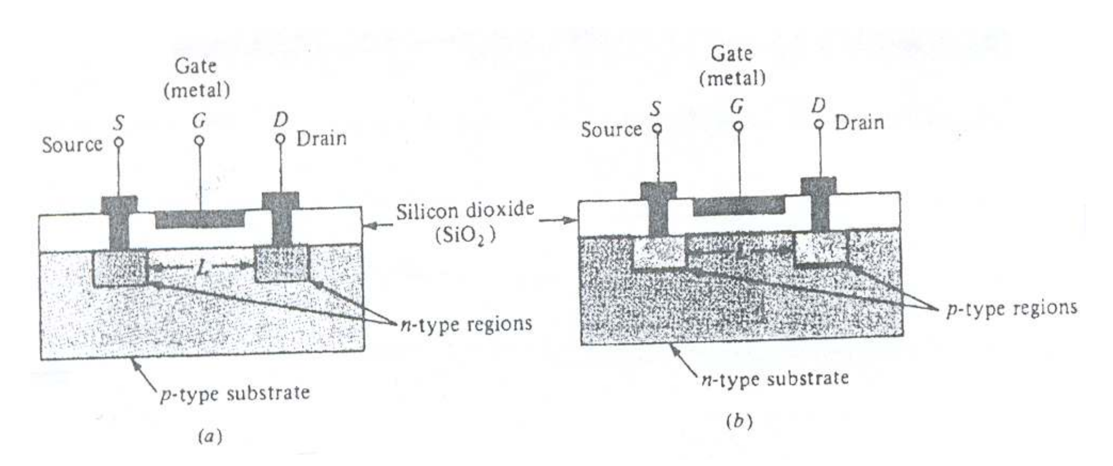
ويستخدم الترانزستور في دوائر التكبير وخاصة في الترددات العالية وكذا يستخدم كمفتاح الكتروني .



شكل (5− 23)

(2) تركيب ترانزستور تأثير المجال (MOSFET) :

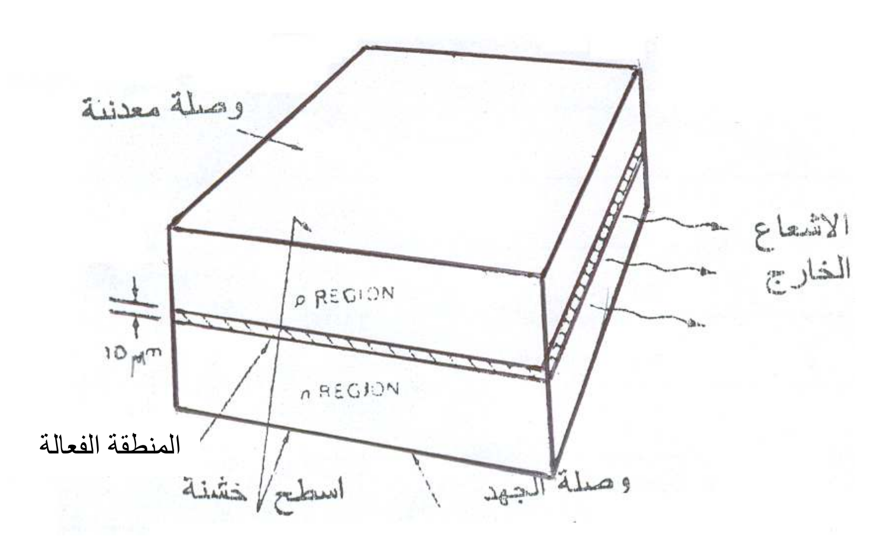
كما هو موضح بالشكل (5− 24) يتركب الــ MOSFET من قاعدة Substrate إما من نوع N أو P يتم غرس أو تسرب منطقتين من النوع المخــالف لنــوع القاعــدة لتــشكيل المصدر S والمصب D وتكــون البوابــة G مــن معــدن الألمونيــوم أو البــولي ســيليكون Polysilicon وتفصل عن المسافة المحصورة بين المصدر والمصب عن طريق ثاني اكــسيد السيليكون (SiO_2)



شكل (5−24)

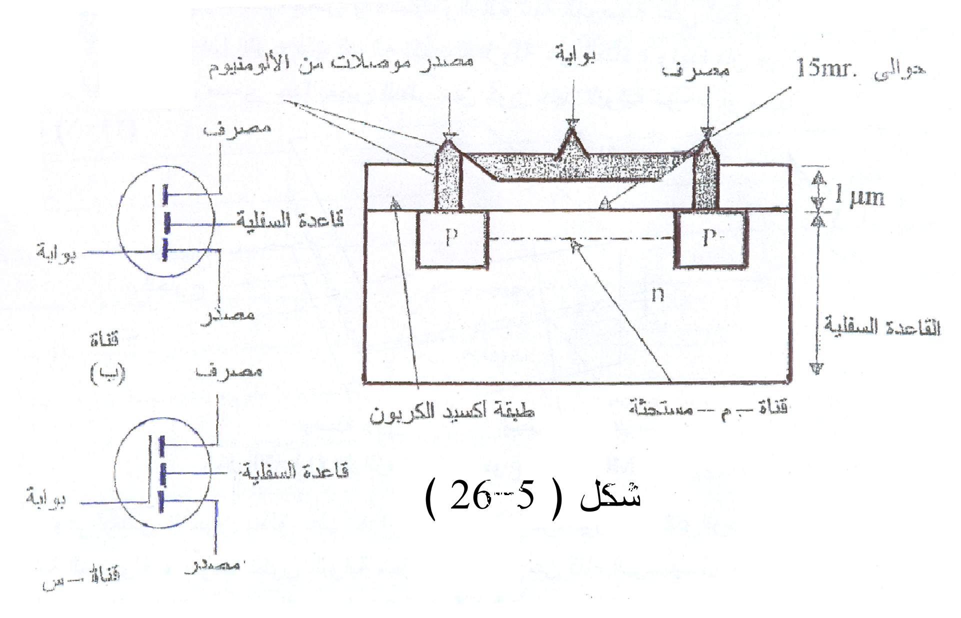
* الترانزستور من النوع تأثير المجال المعدن – الأكسيد MOSFET

فى هذا النوع يستخدم المعدن والأكسيد والمادة شبة الموصلة علـــى شـــكل MOSFET وفي هذا النوع فإن البوابة تكون معزولة عن القناة ، ولهذا فإن قيمة تيـــار البوابـــة I_G يكـــون صغير جداً بغض النظر عن كون جهد البوابة موجباً أو سالباً كما في شكل (5–25)



شكل (5–25) الترانزستور من النوع MOSFET

وفي بعض الاحيان يطلق على هذا النوع من الترانزستورإسم الترانزســتور ذو البوابــة المعزولة ، وفيه تكون البوابة معزولة كهربياً عن قناة التوصيل وتعزل بواسطة طبقة رقيقة جداً من اكسيد السليكون ، أما المصدر والمصرف فيكونا من النوع P–TYPE المنتشرة في القاعدة السفلية . ويعزل المصدر عن البالوعة عندما تساوى قيمة جهد البوابـــة $V_{GS} = 0$ بحيـــث يصبح إنسياب التيار بينهما مستحيلاً شكل (5– 26) .



شكل (5–26)

*** كيفية عمل الترانزستور MOSFET :**

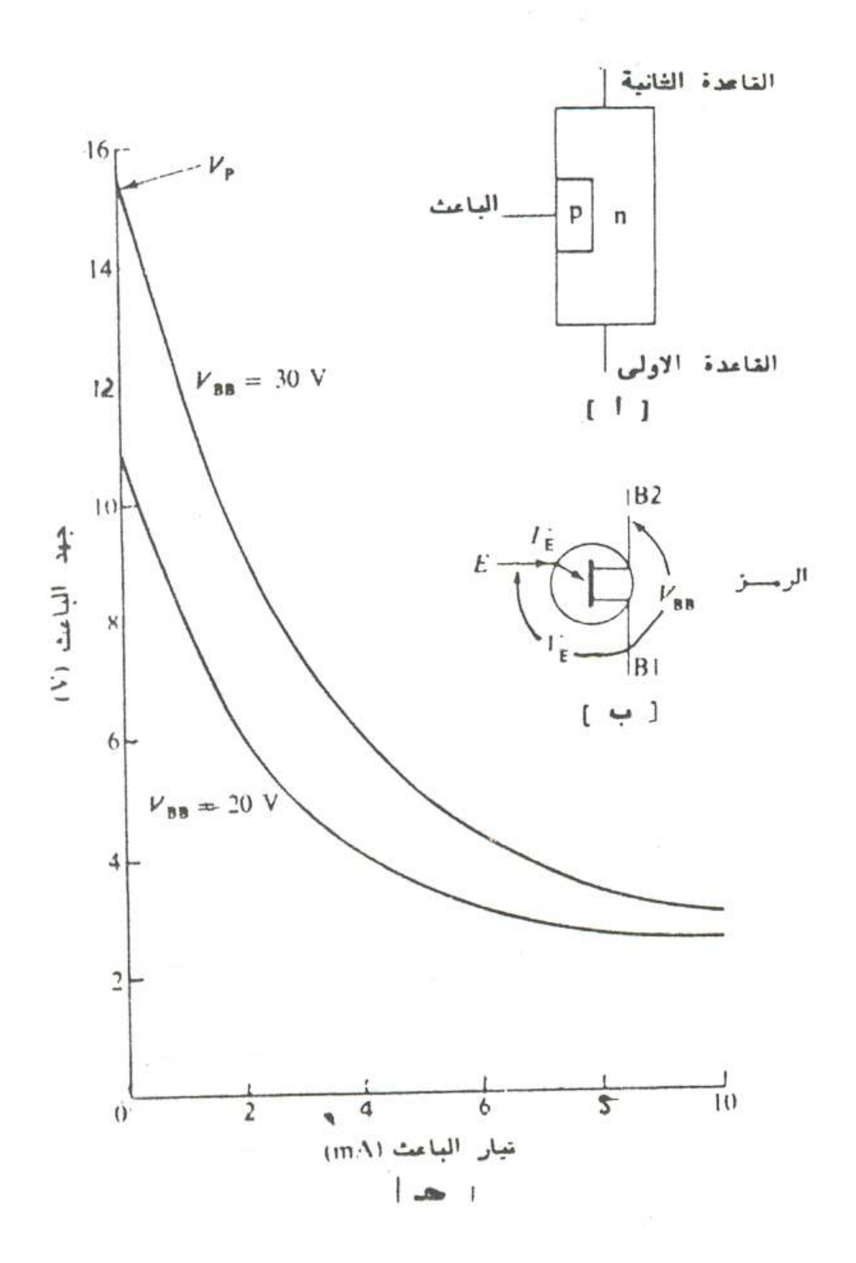
عند تسليط جهد سالب على البوابة ، فإن حاملات الشحنة الموجبه تنجذب مــن القاعــدة السفلية إلى الحافة السفلي لطبقة الاكسيد والتي تقع تحت البوابة مباشرة، وعندما يــصل الجهــد إلى قيمة معينة تعرف بجهد العتبة V_T يكون هناك قناة من حاملات الشحنة الموجبة تصل بــين المصدر والمصرف وبزيادة قيمة جهد البوابة السالب عن قيمة جهد العتبة يزيد تيار المصدر .

*** الترانزستور أحادي القطب (UJT) :**

لا يعتبر الترانزستور إحادي القطب (أحادية التوصيل) بــصفة قاطعــة كترانزســتور ولكنه دايود مزدوج القاعدة . ويمكن شرح فكرة عمل النبيطة بــالرجوع إلــى شــكل (5−27) يوضح الرسم (أ) من هذا الشكل احدى صور تركيبة الترانزستور اذ يتكون من قضيب من مادة أشباه الموصلات نوع (N) مع وصلة (P- N) في اتجاه مركز القضيب وتعــرف المنطقــة بباعث الترانزستور أحادى التوصيل وتعرف التوصيلتين إلى نهايتى القضيب بالقاعدة الأولــى (B_1) والقاعدة الثانية (B_2) على التوالي وفي حالة عدم وجود إشارة عند الباعث ، تقع قيمــة المقاومة فيما بين القاعدتين R_{BB} بين B_2 , B_1 في المــدى $4\,K\Omega$ إلــى $12\,K\Omega$ويعــرف الجهد B_2 , B_1 بالجهد بين القاعدتين V_{BB} وتقع قيمة الجهد المقاس بــين B_1 ونقطــة دخــول الباعث في القضيب بين V_{BB} = 0.4 و V_{BB} = 0.8 ويعرف معامل V_{BB} المعطى بالنــسبة الذاتية المباعدة ورمزها (η)

عندما تقل قيمة الجهد الباعث V_E عن (V_{BB}) تكون الوصــلة (P-N) بــين الباعــث والقضيب عكسية الانحياز ولا يمر في الباعث سوى تسرب ضئيل جداً .

وعند زيادة جهد الباعث الى النقطة التي تصبح عندها الوصلة (P-N) أمامية الانحيــاز تقل المقاومة بين الباعث و B_1 إلى قيمة منخفضة ويعرف هذا الجهد في هــذه الحالــة بجهــد النقطة الذروية V_P والذى يوضحه شكل (5−27) على منحنى الخواص يبين الــشكل أيــضاً الخواص عند قيمتين للجهد V_{BB} وفي كل حالــة $V_P \cong \eta \cdot V_{BB}$



شكل(5−27)

أ− الترانزستور إحادى التوصيلات إحدى صور التركيب

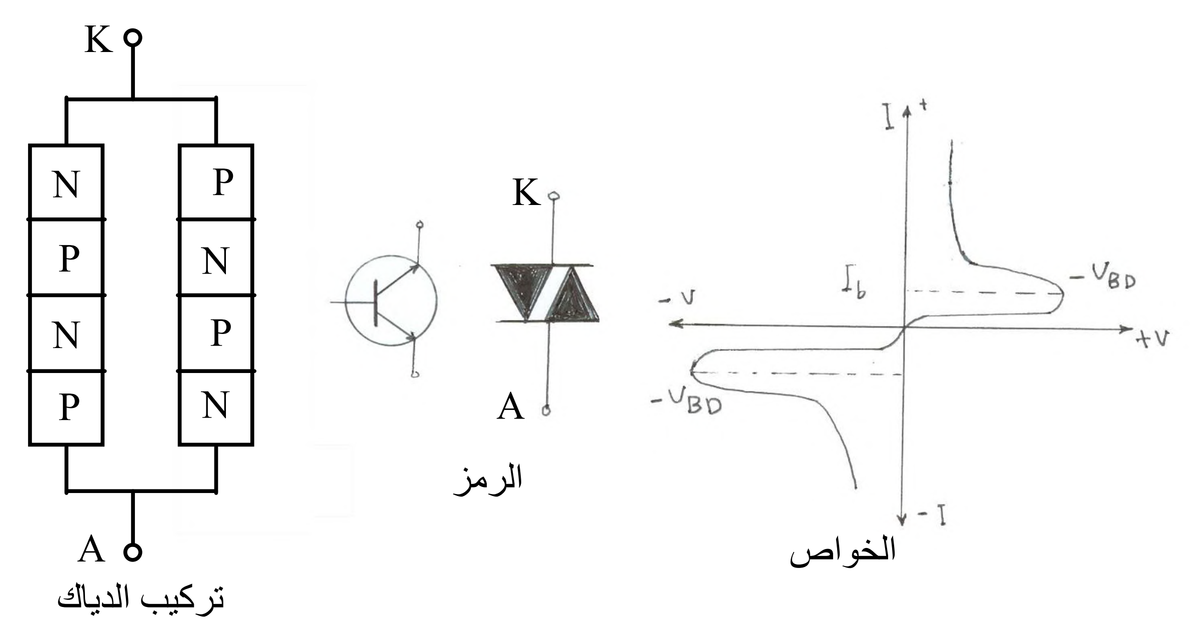
ب− رمز الترانزستور أحادى التوصيل

جـــ− منحنيات الخواص الأساسية

ويستخدم الترانزستور أحادي التوصيل بكثرة كمكثف تفريغ وفي المذبذبات ومولدات سن المنشار ومولدات النبضات والمؤقتات Timers.

الدياك The Diac :

الدياك هو نبيطة ذات طرفان وتتكون من ثنائيين من رباعيات الطبقات موصلان على التوازى وكل منهما معاكس للآخر ويمكن أن يوصلا في كلا الاتجاهين ، وعلى العكس من الترانزستور ثنائي القطبية فإن وصلتى الدياك لهما نفس نسبة تركيز الشوائب مما ينتج عنه تماثل خواص التوصيل على كلا الاتجاهين لقطبية الجهد بين طرفيه ، وشكل (5− 28) يوضح تكوين وصلة الدياك والرمز المستخدم له وكذلك خواص العلاقة بين الجهد والتيار.



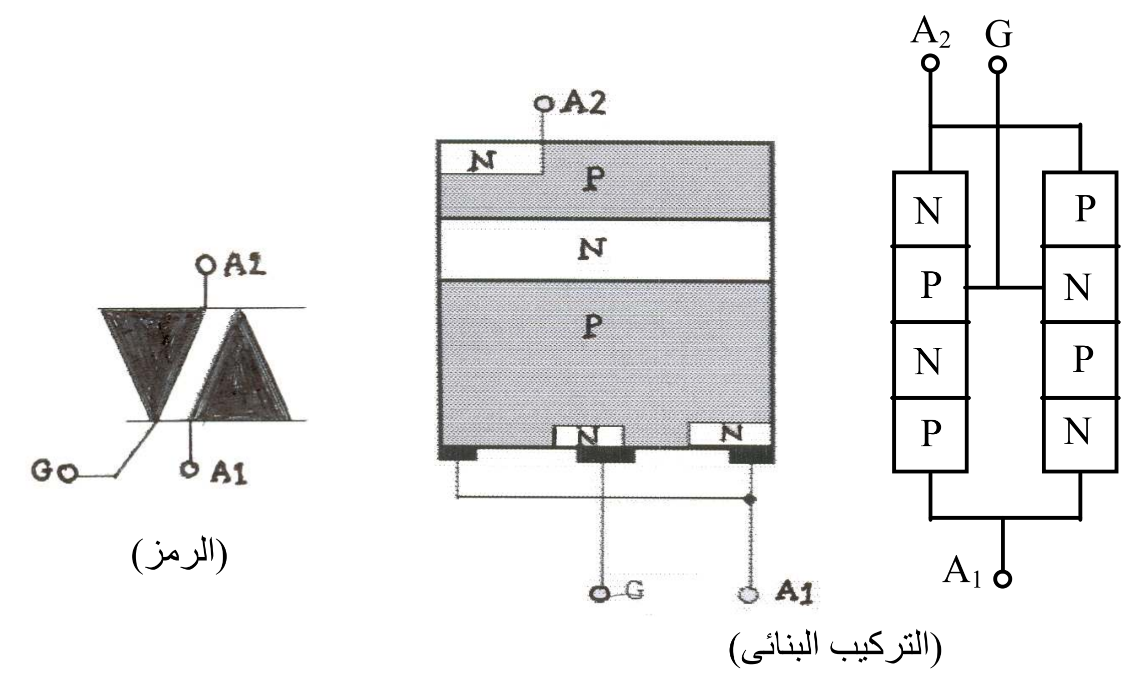
شكل (5− 28) تركيب الدياك والرمز والخواص

عند وضع جهد على طرفي الدياك بأى قطبيه تكون أحد وصلتى PN معرضه لجهد أمامى والأخرى معرضه لجهد عكسى ، ويمر تيار تسرب ضئيل عبر الوصلة المغذاه عكسيا فإذا زاد الجهد على هذه الوصلة عن جهد الانكسار(Break over Voltage) فإن تيار الدياك يزداد فجأة نتيجة لإنهيار مقاومة الوصلة المغذاه عكسياً ويبدى الدياك مقاومة سالبة حيث يقل فرق الجهد على طرفيه مع زيادة التيار وتستغل خواص الدياك هذه حيث يستخدم كمفتاح سريع جداً في أى من الاتجاهين إذا وصل فرق الجهد على طرفيه لقيمة معينة V_{BB} وتتراوح هذه القيمة ما بين 35 ، 29 فولت للدياك طراز INS 5411 ويمكنه أن يتحمل نبضة تيار 2A تستمر لفترة 30 ميكرو ثانية وهذا يجعله مناسب جدا لإشعال الترياك كما سنرى في الجزء الثاني الخاص بهذه النبيطة الأخري .

التترياك The Triac :

شكل (5–29) يوضح ترتيب الوصلات في الترياك . كل من الطرفين الرئيسيين

(A_2. A_1)يتصل إتصالاً كهربائياً مباشرة بباعث من نوع N وآخر من نـــوع P الباعـــث N عند A_2 يقابل الباعث P عند الطرف A_1 مباشرة ، هذا ويتضح أن الترياك يتكون من نبيطتـــان ذات أربعة طبقات (PNPN, NPNP) متوازيتان وبالتعاكس ، أى إثنـــان مـــن الثيرســـتور متصلان بالتوازي المتضاد . ولهما طرفان رئيسيان (A_2,A_1) وبوابة واحدة G وعلى ذلك فإن الترياك يمكنه أن يوصل التيار بين الطرفين الرئيسيين في أى من الاتجاهين . وبـــالنظر إلـــى طرفا البوابة (A_1, G) فإننا نجد أن الطرف G يتصل مع كل من P ، N كما أن الطرف A_1 يتصل مع كل من N , P وعلى ذلك فإن بوابة الترياك يمكن أن تتقبل نبضة إشـــعال Firing Pulse ذات تيار موجب (أى من G إلى A_1) أو سالب أى من A_1 إلى G

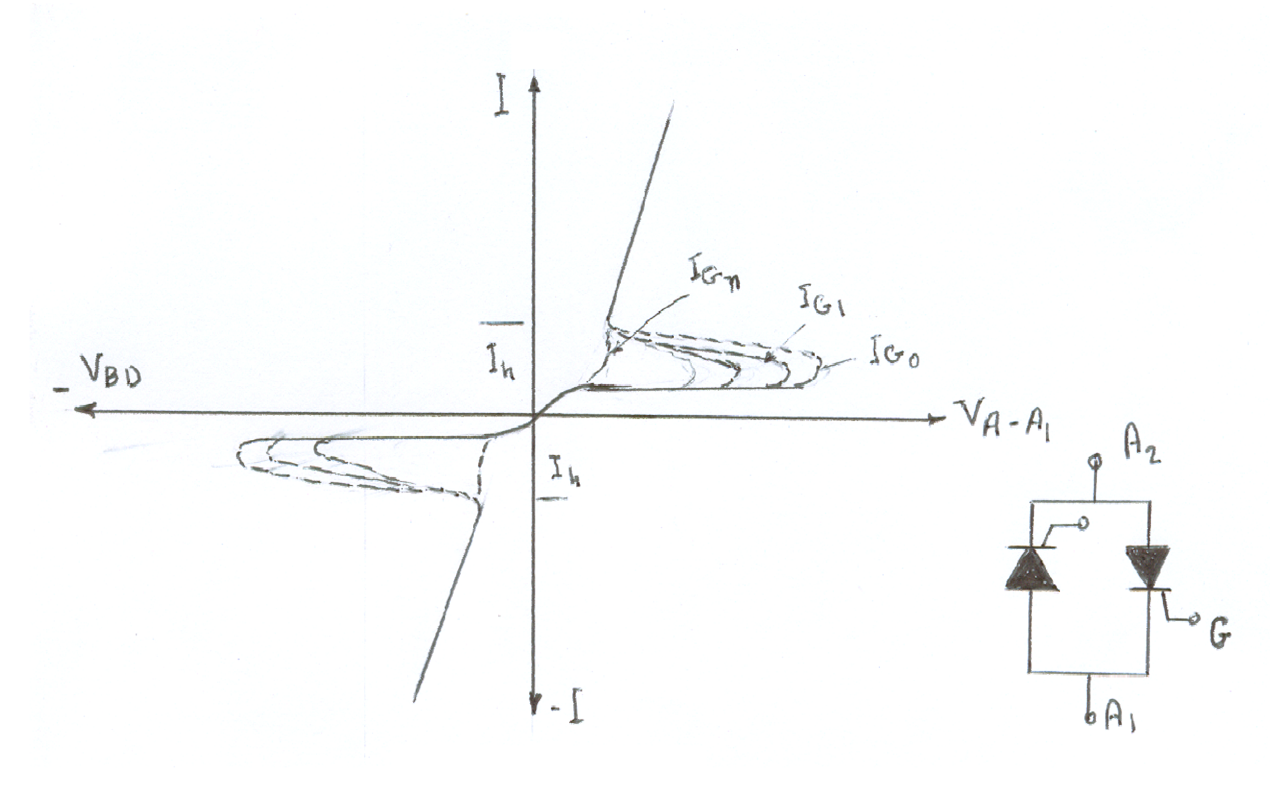


(الرمز)

(التركيب البنائى)

شكل (5–29) ترتيب الوصلات للترياك والرمز الخاص به

شكل (5–30) يوضح الخصائص الإستاتيكية للترياك عند الأطراف وهى متماثلة في كل من الربع الأول والربع الرابع وهى تماثل خواص الثايرســـتور فـــى الربـــع الأول وخـــواص ثايرستور معكوس في الربع الثالث ولذلك فإن الترياك لا يصلح كنبيطة لتوحيد التيار المتـــردد مثل نبيطة اخرى تسمى الثايرستور وإنما تستخدم للتحكم في أحمال التيار المتردد وفـــي هـــذا الاستخدام فإنه يكافئ إثنان من الثايرستور متوازيين ومتعاكسين ، كما في شكل (5 – 30) .



شكل (5- 30)

ومن شكل (5- 30) نرى أنه إذا وصل فرق الجهد على طرفي الترياك إلى حد الإنهيار (V_{BD}) فإن الترياك يتحول إلى حالة التوصيل دون الحاجة إلى نبضة إشعال على البوابة ، وعملياً يتم إشعال الترياك عن طريق البوابة لأن (V_{BD}) وهو جهد الإنهيار يكون اعلى من الجهد المقنن . وإذا كانت نبضة التيار على البوابة غير كافية فإن الترياك (مثل الثايرستور) يحتاج إلى جهد بين الأطراف لكي يتحول إلى حالة التوصيل ، ويتوقف فرق الجهد اللازم على مدى عدم كفاية نبضة الإشعال $I_{G2} \rangle I_{G1} \rangle I_{G0}$ فإذا كانت نبضة التيار كافية فإن الترياك يحتاج الى فرق جهد قليل (أقل من 10 فولت) لكي يتحول إلى حالة التوصيل (المنحنى المناظر لـ I_{Gn}) وإذا تحول الترياك إلى حالة التوصيل فإن التيار (I) يتحدد بمكونات الدائرة إذ أن فرق الجهد على طرفي الترياك ينخفض الى قيمة صغيرة جداً (من 1 فولت إلى 2 فولت)، ولا يكون للبوابة أى سيطرة على الترياك ولا يتحول إلى عدم التوصيل إلا إذا قل التيار I عن تيار الامساك (Holding Current) وتكون قيمة I_h صغيرة (عشرات مللي أمبير) وتحدد الجهة المنتجة المعلومات الخاصة بالترياك في ورقة البيانات Data sheet ( ) والتي يجب الاسترشاد بها عند أى استعمال لأي طراز .

* **استخدام الترياك :**

1- يستخدم للتحكم في جهد الحمل : ويتحقق ذلك بالتحكم في زاوية اشعال الترياك .

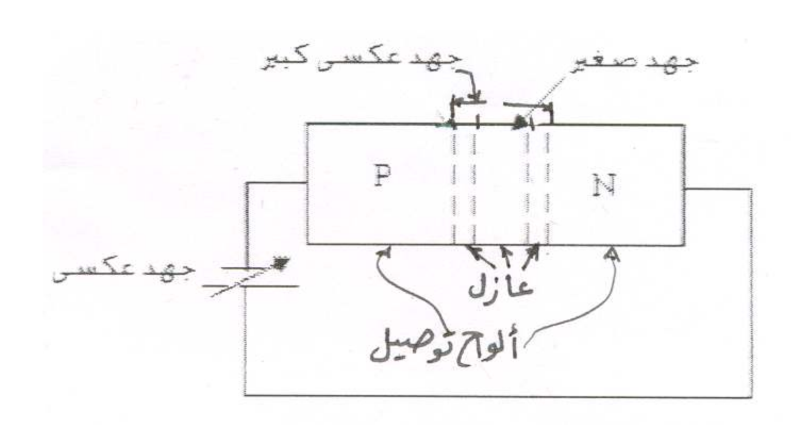
2- يستخدم في التحكم في أحمال التدفئة .

3- يستخدم في التحكم في سرعة المحركات مثل التي تستخدم في المكانس الكهربية .

4- يستخدم كملامس الكترونى لتوصيل الحمل المتردد بالمصدر وفصله .

* **ثنائى الفاركتور The Varactor diode :**

هذا الثنائى هو أيضا وصلة ثنائية P – N ولكن تستغل فيه السعة الناشئة بالوصلة نتيجة لوجود المنطقة الفارغة حيث تتغير هذه السعة بتغيير عرض المنطقة الفارغة مع تغير جهد الانهيار في الاتجاه العكسي.



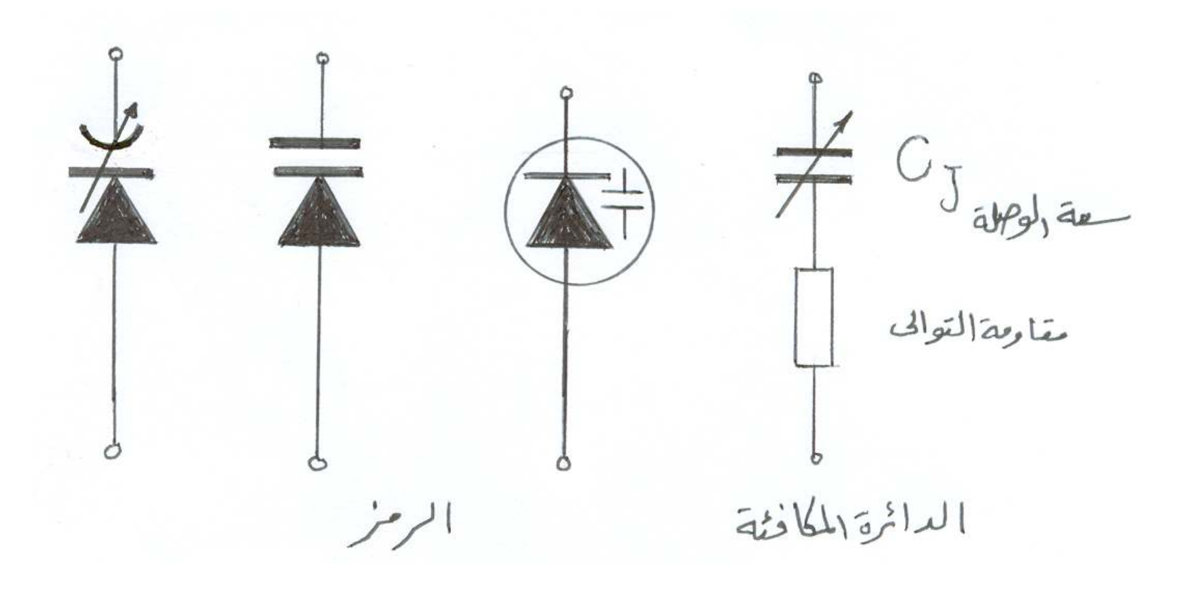
شكل (5-31)

وشكل (5-31) يوضح فكرة استغلال هذه النبيطة كسعة تتغير مع قيمة جهد التغذية العكسية حيث تعتبر المنطقة الفارغة كعازل بين المناطق (N , P) التى تعتبر ألواح المكثف وبتغيير سمك هذا العازل تتغير السعة كما هو الحال في المكثفات المتغيرة السعة، فإن السعة الناتجة (C_{PN}) تتناسب عكسياً مع جهد التغذية العكسية.

وقد وُجِد أن:

$$C_{PN} \; \alpha \frac{I}{V.N}$$

حيث V هو جهد التغذية العكسية ، N تتوقف على كثافة الشوائب في الوصلة الثنائيـــة. تصنع الوصلة الثنائية التقليدية بحيث يكون تركيز الشوائب موزع بانتظام خلال N, P وعلـــى ذلك تتغير سعة الوصلة تغيراً قليلاً مع تغير جهد التغذية العكسية ، أما في ثنائي فاركتور فـــإن تركيز الشوائب لايكون منتظماً خلال كل من N , P وإنما يكون تركيز الشوائب متدرجاً بحيث يتناقص التركيز في اتجاه الوصلة ويكون خفيفاً عندها ، وينتج عن ذلك إمكانية الحصول علـــى تغير كبير في السعة مع تغير صغير في جهد التغذية العكسية ، وبذلك يمكن استخدام هذا الثنائي كسعة متغيرة حساسة وشكل (5−32) يبين الدائرة المكافئة وكذلك الرموز لثنائي الفراكتور.



شكل (5−32)

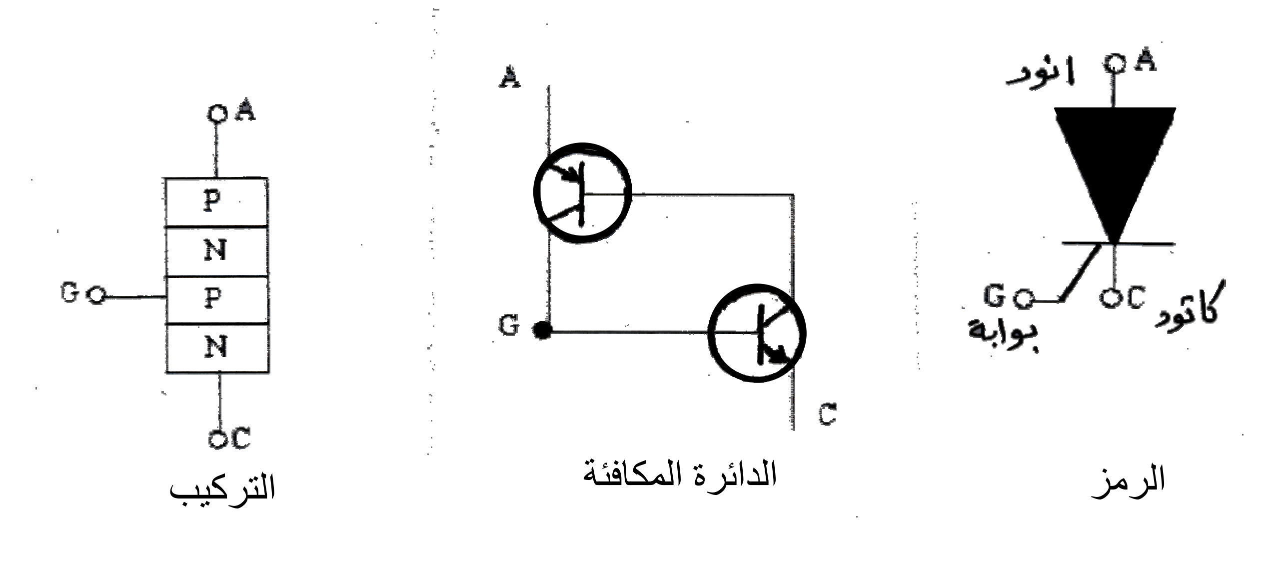
*** ثنائي الثايرستور SCR :**

تضم عائلة الثايرستور كل النبائط التي تتكون من أربع طبقات من شبة الموصل (P-N-P-N) ويعتبر كل من الموحد السليكونى المحكوم والدياك والترياك أشهر عناصر هذه العائلة .

*** الموحد السليكونى المحكوم Silicom Controlled Rectifier (SCR) :**

وهو يتكون من أربع طبقات من شبه الموصل P-N-P-N وله ثلاث أقطاب هى :

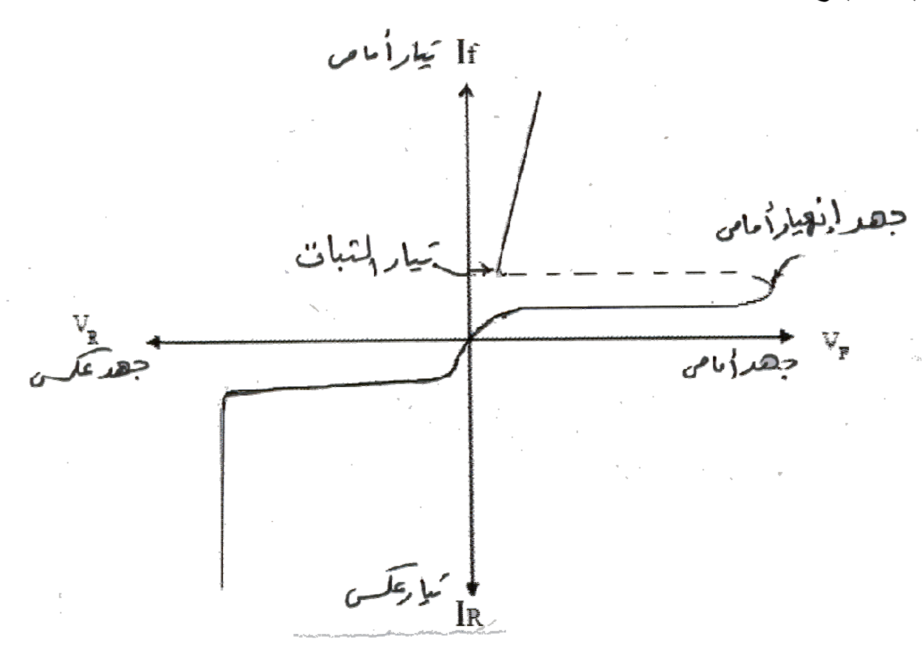
الأنود A والكاثود C والبوابة G التي تؤثركقطب تحكم حيث يمكن التحكم عن طريق قيمـــة صغيرة جداً لتيار البوابة في قيمة تيار الأنود (حمل) عالى جـــداً والـــشكل (5−33) يبـــين التركيب والرمز وكذلك الدائرة المكافئة للموحد السليكوني المحكوم .



شكل (5– 33)

*** منحنى الخواص للثايرستور :**

شكل (5–34) يبين منحنى الخواص للموحد السليكونى المحكوم وذلك فى حالة فتح دائرة البوابة ، أى عدم تغذيتها بجهد انحياز امامي ، ومن المنحنى نرى أنه عند توصيل دائرة الأنود – كاثود للموحد بجهد انحياز عكسي فإنه يتصرف مثل الموحد العادي ذو الطرفين، أما عند توصيله بجهد أمامي فإنه يسمح بمرور تيار تسرب أمامي صغير القيمة ، ويظل كذلك حتى يصبح الجهد الأمامي مساوياً أو يزيد عن قيمة معينة تسمى جهد الانهيار الأمامي V_{BD} وعند هذا الجهد يزيد التيار فجأة .



شكل (5– 34) منحنى خواص SCR في حالة فتح البوابة .

وهنا تصبح مقاومة الأنود كاثود صغيرة جداً ويهبط الجهد على طرفي الموحد الى قيمة منخفضة تكون عملياً في حدود من (0.75 إلى 1.5) فولت .

وخلاصة القول هى أن حالتى التشغيل للموحد المحكوم تشبه نفس حالتى مفتاح On-Off فعندما يكون الجهد الأمامي الموصل للموحد أقل من قيمة جهد الانهيار الأمامي، فإن الموحد لا يوصل أى يكون المفتاح في وضع off ، وعندما يصل جهد الانهيار الامامي الى قيمة تساوى أو أكبر من هذا الجهد فإن الموحد يتحول الى التوصيل أى يصبح المفتاح في وضع on .

*** استخدام S C R :**

1- يُستخدَم على نطاق واسع كمفتاح الكتروني (فصل وتوصيل) ذو سرعة عالية وكفاءة عالية أيضاً .

2- يُستخدَم للتحكم في قيمة القدرة الكهربية الموصلة الى حمل معين .

3- يُستخدَم في دوائر تنظيم الجهد المستمر المعروفة باسم "مصادر التغذية بالتيار طراز سويتش".

4- يُستخدَم للتحكم في سرعة المحركات عن طريق التحكم في القيمة الفعالة للجهد المسلط.

تذكر (أشباه الموصلات)

- المواد الموصله بها وفرة من الإلكترونات الحرة ، بينما المواد العازلة تحتوى على عدد ضئيل من الإلكترونات الحرة ، فى حين أن المواد أشباه الموصلات تقع بين المواد الموصلة والعازلة .
- لزيادة توصيلية بللورة الجرمانيوم النقية تضاف إليها قليلا من الشوائب ثلاثية التكافؤ أو رباعية التكافؤ فنحصل على بللورة P أو N
- عند توصيل بللورتين P-N نحصل على ثنائى الوصلة (الموحد) ، عند توصيل الطرف N بالسالب ، الطرف P بالموجب للبطارية يكون الثنائى فى حالة توصيل أمامى والعكس بالعكس .
- يستخدم ثنائى الوصلة فى توحيد التيار المتغير (نصف موجه – الموجه الكاملة)
- تقوم دائرة التنعيم بتحويل التيار المتغير الموحد الإتجاه إلى تيار مستمر
- ثنائى الزينر يستخدم لتنظيم الجهد ، ويختلف عن الثنائى العادى فى أنه فى الزينر مسموح بعمله عند نقطة الإنهيار بدون مشاكل
- يتكون الترانزستور ثنائى الوصلة من ثلاثة أجزاء من أشباه الموصلات N ، P كل منها القاعدة والمشع والمجمع .
- يوصل الترانزستور بالدائرة بطريقة المشع المشترك – المجمع المشترك – القاعدة المشتركة
- ترانزستور تأثير المجال يتكون من ثلاثة أقطاب هى المنبع S ، البوابة G ، المصرف D
- يعتبر الترانزستور أحادى الوصلة دايود مزدوج القاعدة
- يستخدم الداياك والترياك فى التحكم
- يستخدم الفاركتور كمكثف متغير
- يستخدم الثايرستور كمفتاح الكترونى للتحكم

أسئلة على الباب الخامس

1- ما هى المواد الشبه موصلة ؟

2- ما هى الصفات الخاصة بالمواد الشبة موصلة ؟

3- متى يتم الانحياز الامامي لوصلة الثنائي ومتى يحدث الانحياز العكسي ؟

4- اذكر استخدامات ثنائي الوصلة (الموحد)

5- اشرح مع الرسم دائرة التنعيم للحصول على تيار مستمر

6- ما هو الفرق بين ثنائى الزينر ودايود التوحيد ؟

7- اذكر استخدامات ثنائي الزينر

8- اشرح مع الرسم تركيب الترانزستور وما هى انواعه المختلفة

9- ما هى الطرق المتبعة في توصيل الترانزستور في الدائرة ؟

10- اشرح مع الرسم كيف يمكن استخدام الترانزستور كمكبر

11- وضح شكل موجه التيار المتغير الداخلة والخارجة للترانزستور

12- اذكر ما تعرفه عن ترانزستور تأثير المجال

13- اشرح مع رسم بسيط تركيب ترانزستور تأثير المجال

14- اذكر تركيب ترانزستور من نوع تأثير المجال

15- اشرح كيفية عمل ترانزستور MOSFET

16- اذكر تركيب الترانزستور احادى القطب UJT

17- فيم يستخدم الترانزستور احادى القطب ؟

18- مم يتركب الداياك وفيما يستخدم ؟

19- وضح بالرسم ترتيب الوصلات في الترياك

20- ارسم شكل يوضح الخصائص الاستاتيكية للترياك

21- اذكر استخدامات الترياك

22- اذكر تركيب ثنائي الفاركتور مع رسم رمز الفاركتور

23- اشرح مع الرسم المبسط تركيب ثنائي الثايرستور SCR مع رسم منحنى الخواص له .

24- اذكر استخدامات ثنائي الثايرستور SCR

الباب السادس

الدوائر المتكاملة – والنبائط الضوئية

6-1 الدوائر المتكاملة – التعريف – التصنيف – المزايا .

6-2 الدوائر المتكاملة ذات الشريحة الواحدة – مثال لدائرة الكترونية على شكل دائرة متكاملة .

6-3 النبائط الحساسة للضوء : المقاومة الضوئية – الثنائي الضوئي – الترانزستور الضوئي – الخلايا الشمسية .

6-4 النبائط المشعة للضوء : الثنائي المشع للضوء – نبائط العرض ذات السبع شرائح – مبينات السائل البللوري – ثنائى الليزر .

الباب السادس

1-6 الدوائر المتكاملة Integrated Circuits (ICS)

الدائرة IC عبارة عن دائرة الكترونية كاملة تحتوى على العناصر الضرورية لعمل هذه الدائرة مثل : الترانزستور ، الثنائيات ، المقاومات ، المكثفات . هذا بالإضافة إلى التوصـــيلات الخاصة بهذه المكونات وتغلف الدائرة المتكاملة بغلاف تخرج منه أطــراف توصــيل بأشــكال وأبعاد قياسية .

ويمكن تقسيم الدوائر المتكاملة إلى اربعة انواع رئيسية هى :

1- دوائر الشريحة الواحدة .

2- دوائر الغشاء الرقيق .

3- دوائر الغشاء السميك .

4- دوائر مختلطة .

*** مزايا الدوائر المتكاملة :**

تمتاز الدوائر المتكاملة بعدة مزايا بالمقارنة مع الدوائر الالكترونية المتعارف عليها ذات المكونات المنفصلة ، وأهم هذه المزايا هى :

1- صغر الحجم ، خفة الوزن ، رخص الثمن .

2- انخفاض القدرة المستهلكة .

3- الاعتمادية العالية وهذا يعنى القدرة على أداء الوظيفة المطلوبة لفترات زمنية طويلة دون تلف .

4- تصنع بأبعاد قياسية وبالتالي يتم عمل قواعد قياسية لتثبيت الدوائر المتكاملـــة ممـــا يسهل عملية الاستبدال .

5- قلة تأثير الحرارة على نقطة التشغيل .

*** عيوب الدوائر المتكاملة:**

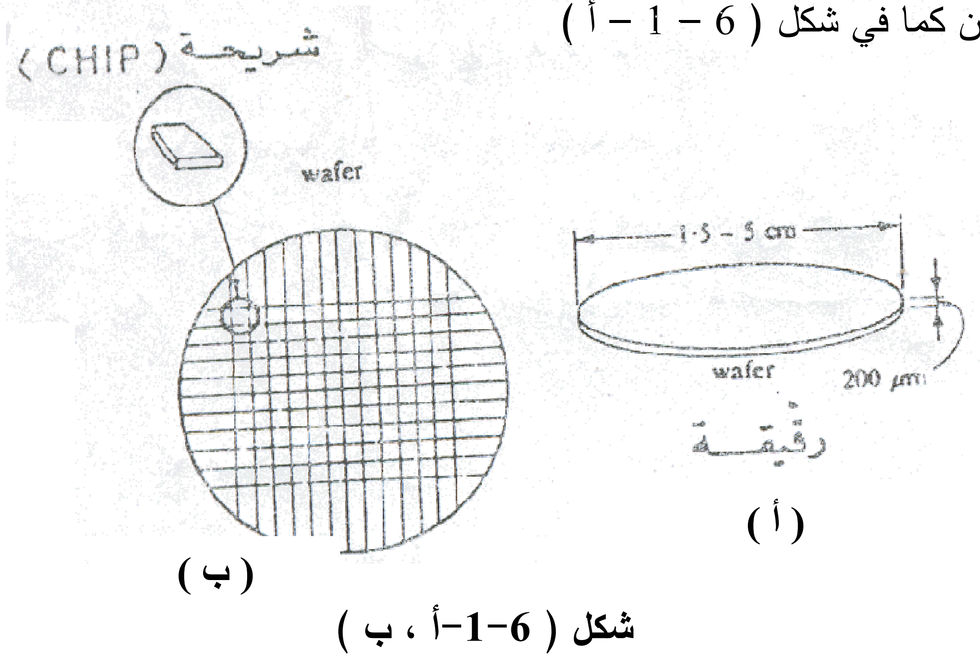
1- لا يمكن اصلاحها في حالة تلف أحد مكوناتها .

2- لا تتحمل القدرات العالية حيث ان زيادة التيار يؤدى الى ارتفاع درجة حرارتها وتلفها

3- لا يمكن تضمين الدوائر المتكاملة أى نوع من الملفات أو المحولات .

2-6 الدوائر المتكاملة ذات الشريحة الواحدة Monolitic IC's:

تتكون الدوائر المتكاملة ذات الشريحة الواحدة أساساً بنفس أسلوب الترانزستور ثنائي القطب ، ولكنها تحتاج لعمليات إضافية اكثر تعقيداً . ومادة البدء تكون عبارة عن رقيقة Wafer عـــادة من السليكون كما في شكل (6 – 1 – أ)



(أ)

(ب)

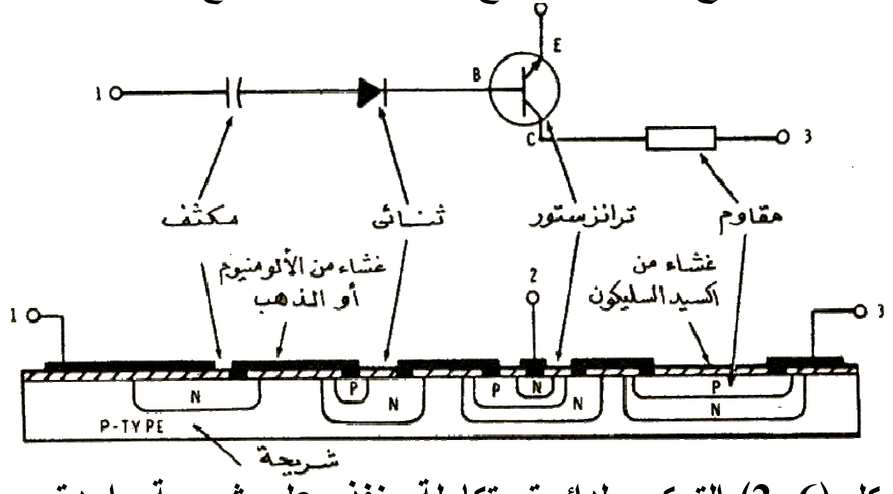
شكل (6-1-أ ، ب)

ويكون سمك هذه الرقيقة رفيع جداً حوالي 200 μm ، ويتم تشكيل عدة دوائر متكاملـــة في آن واحد على الرقيقة كما في شكل (6 – 1 – ب) حيث يمثل كل مربع من الرقيقة دائرة متكاملة واحدة . بعد ذلك يتم تقسيم الرقيقة الى أقسام ، وكل قسم من هذه الاقسام يسمى شريحة Chip ويكون عبارة عن دائرة متكاملة كاملة بمكوناتها وتوصيلاتها ، ويـــتم تغليفهـــا بغـــلاف مناسب . وفي النهاية يتم اختبارها .

مثال : لتنفيذ دائرة الكترونية في شكل دائرة متكاملة :

يبين شكل (6- 2) دائرة الكترونية بسيطة تتكون من مكثف ، ثنـــائي ، ترانزســـتور NPN ومقاومة . وللدائرة ثلاثة أطراف (1 ، 2 ، 3) لتوصيل جهود وتيارات التشغيل لهـــا وفي شكل (6-2) نرى الدائرة منفذه على شكل دائرة متكاملة ذات شريحة واحدة . وقـــد تـــم

تشكيل المكونات الاربعة آنيا عن طريق انتشار شوائب من نوع N وأخرى من نوع P داخل شريحة من نوع P وذلك لانتاج مناطق من نوع P وأخرى من نوع N .



شكل (6-2) التركيب لدائرة متكاملة منفذه على شريحة واحدة

ويلاحظ أن المقاومة قد تكون عن طرق عمل منطقة كبيرة من نوع N تم تشكيل منطقة من نوع P فوقها فنتج عن ذلك مسار ضيق وطويل من مادة نوع P وهذا المسار يمثل المقاومة ، ويمكن التحكم في قيمة المقاومة عن طريق طول وعرض المسار الضيق حيث تزيد المقاومة مع زيادة الطول وتقل مع زيادة العرض والعكس صحيح . كما يمكن التحكم في قيمة المقاومة عن طريق التحكم في تركيز الشوائب في مسار نوع P حيث أن التركيز العالي ينتج عنه مقاومة منخفضة والعكس صحيح .

أما الترانزستور فقد تكون بنفس اسلوب الترانزستور المألوف حيث تشكلت منطقة من نوع N للمجمع أولاً ثم منطقة نوع P للقاعدة وأخيراً منطقة من نوع N للمشع . وبالنسبة للثنائي N-P فإن المنطقة من نوع N – (والتي تكونت بالانتشار داخل الرقيقة P) – تمثل الكاثود ، بينما المنطقة P التي تكونت بالانتشار داخل المنطقة N – تمثل الأنود ، بالنسبة للمكثف فإن المنطقة نوع N تعمل كلوح سفلي ويعمل اكسيد السليكون كوسط عازل ، أما اللوح العلوى فهو عبارة عن طبقة المعدن المرسب فوق الاكسيد وتحدد قيمة السعة للمكثف عن طريق مساحة الالواح وسمك طبقة الاكسيد وثابت العزل لطبقة الاكسيد وعامة يكون من الصعب الحصول على سعات كبيرة بالدوائر المتكاملة ، والقيم العملية لهذه السعات تكون في حدود مئات من البيكوفاراد .

آخر مرحلة في تنفيذ الدائرة المتكاملة هى عمل فتحات في الأكسيد فى الاماكن المراد عمل اتصال بينها . ويتم ذلك بترسيب طبقة من الالومنيوم على كل السطح ثم تستخدم أحماض

خاصة لحذف بقية الألومنيوم من الأماكن الغير مطلوبة، وتترك المسارات المطلوبة. ثـم يلـي ذلك توصيل الأطراف الخارجية وعمل التغليف للدائرة المتكاملة .

*** تغليف وتحديد أطراف الدوائر المتكاملة:**

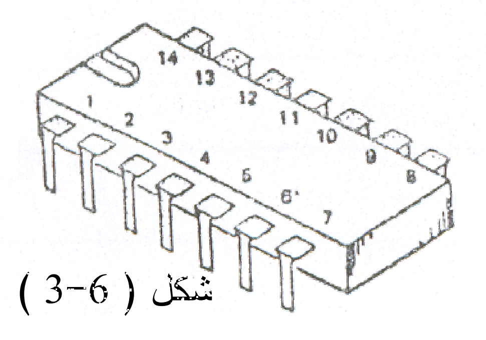
توضع الدوائر المتكاملة داخل أغلفة لحمايتها من الرطوبة والأتربـة وبعـض مـصادر التلوث الأخرى ، وتخرج من هذه الأغلفة أطراف التوصيل بمسافات بينية قياسية ممـا يـسهل تثبيتها في قواعد خاصة بها ، أو تلحم مباشرة باللوحة المطبوعة.

توجد عدة أنواع متداولة من الاغلفة للدائرة المتكاملة ، وكل نوع من هذه الأغلفـة لـه مميزاته وعيوبه ومن أشهر هذه الأغلفة.



1- التغليف ذو الأطراف على الجانبين DIP شكل (6-3)

وعدد الاطراف الشائع لهذا النوع هو 8-14-16- 24 طرف ، كما يمكن ان يكون العدد اكبر من ذلك في حالة الاستخدام بالدوائر الاكثر تعقيداً مثل دوائر أجهزة الكمبيوتر

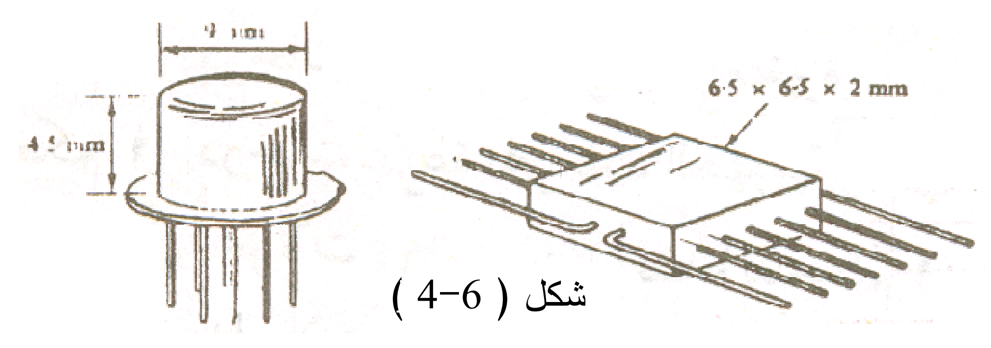


منظر من أعلى

شكل (6-3)

2-التغليف ذو الأطراف المسطحة Flat – Pack :

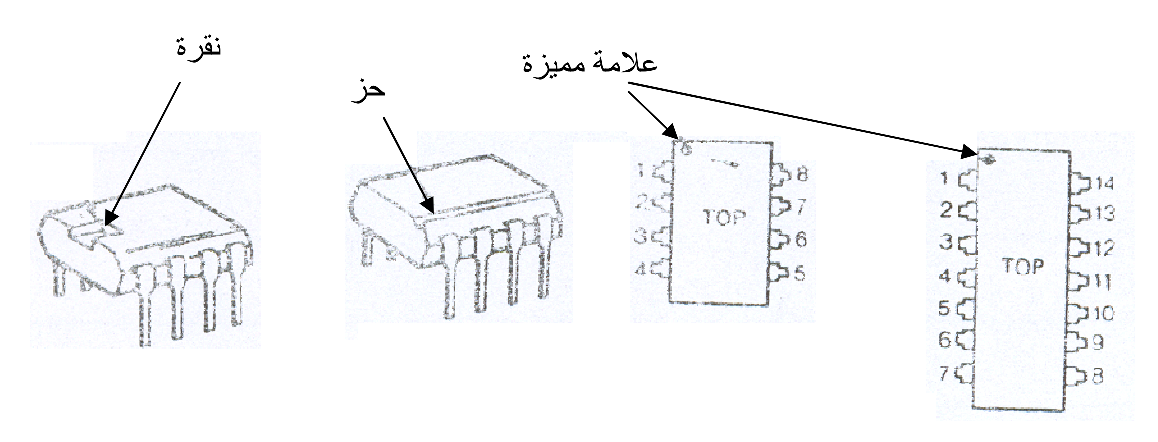
هذا النوع من التغليف مشابه للتغليف ذو الاطراف على الجانبين ولكن اصـغر حجمـاً وارفع سمكاً وتخرج منه الأطراف بشكل أفقي كما بشكل (6-4)، وتلحم أطراف هذا النـوع مباشرة بموصلات اللوحة المطبوعة ويصنع غلاف هذا النوع من السيراميك أو المعدن .



شكل (6-4)

التغليف في علبة معدنية :

في هذا النوع توضع الدائرة المتكاملة في غلاف معدني مثل بعض الترانزستورات كما في شكل (6-4) وأطراف التوصيل في هذا النوع تكون طويلة ولتحديد أطراف الدوائر المتكاملة يكون هناك دليل موضح بالغلاف يميز الطرف رقم 1 ثم يتم العد من اليسار الى اليمين في اتجاه عقارب الساعة وشكل (6-5) يوضح أمثلة مختلفة للدليل للتعرف على الطرف رقم 1 بأطراف التوصيل للدوائر المتكاملة .



شكل (6-5) أمثلة لدليل التعرف على أطراف الدوائر المتكاملة

*** تقسيم الدوائر المتكاملة :**

يمكن تقسيم الدوائر المتكاملة بصفة عامة من حيث نمط التشغيل الى مجموعتين رئيسيتين هما :

1- الدوائر المتكاملة الخطية Linear IC'S

2- الدوائر المتكاملة الرقيمة Digital IC'S

يعمل هذا النوع في حالتين منطقيتين فقط بالنسبة للدخل هما (1) ، (0) وتستخدم الدوائر المتكاملة الرقمية في أنواع من الدوائر المنطقية والآلات الحاسبة وأجهزة الكمبيوتر.

6-3 النبائط الحساسة للضوء :

النبائط الحساسة للضوء هى احد أنواع النبائط الكهروضوئية والنوع الآخر هو النبائط المشعة للضوء .

تقوم هذه النبائط بتحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كهربية: ومن أمثلتها خلايا التوصيل الضوئية ، خلايا الجهد الضوئية ، الثنائيات الضوئية والترانزستورات الضوئية.

وتقاس كمية الضوء المنبعث من المصدر الضوئى بالليومن Lumen وفي الغالب يكون الاهتمام منصباً على شدة الضوء والذى يعرف بأنه كمية الضوء مقاسة بالليومن علـــى المتــر المربع .

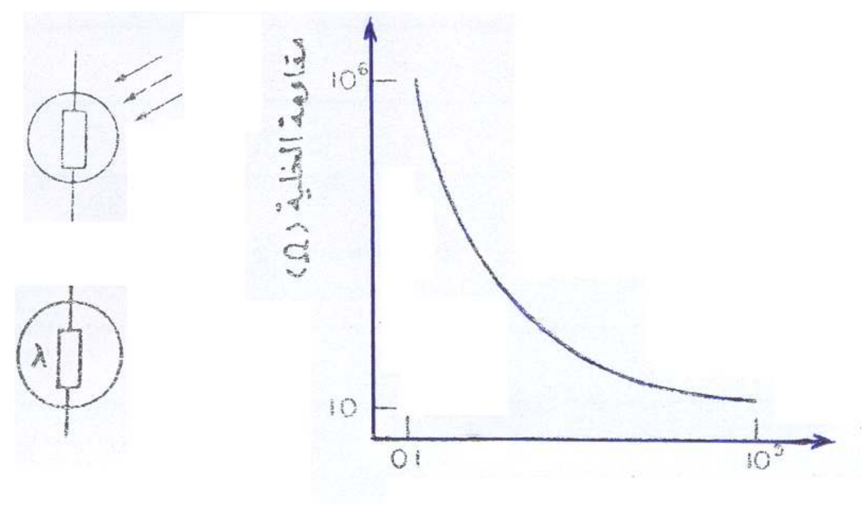
*** الانبعاث الضوئي :**

إذا سقطت أشعة ضوئية على سطح معدني حساس للضوء ، فإن هــذا يــسبب تحــرر الالكترونات من هذا السطح ، وتنطلق إلى الوسط المحيط ويسمى هذا بالانبعاث الضوئي .

فإذا وصل هذا السطح بالقطب السالب لبطارية في مواجهة قطب آخــر موجــب فــإن الالكترونات الحرة تنطلق الى القطب الموجب " ويسمى الأنود " مسببة مرور تيار كهربي.

خلايا التوصيل الضوئية Photo Conductive Cells :

خلية التوصيل الضوئي هى مقاوم حساس للضوء أو مقاوم ضوئي تتغير مقاومته بتغيــر شدة الضوء الساقط عليه . فعند زيادة شدة الضوء تزيد موصليته أى تقل مقاومته كما يوضــح ذلك المنحنى بشكل (6 – 6) ومنه نرى ان العلاقة بين مقاومة الخلية وشدة الضوء هى علاقة غير خطية .

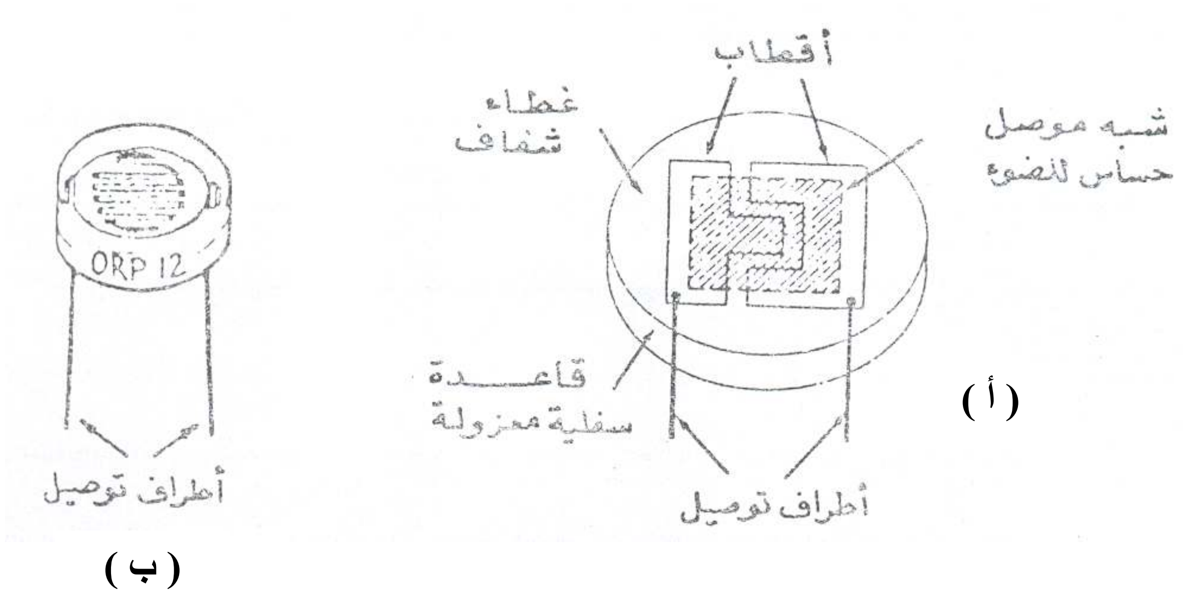


شكل (6–6) خلايا التوصيل الضوئية

وعلى سبيل المثال تتغير مقاومة الخلية من قيمة 1MΩ في حالة الاظــلام التــام الـــى حوالي 10Ω عند الاضاءة الكاملة .

التركيب:

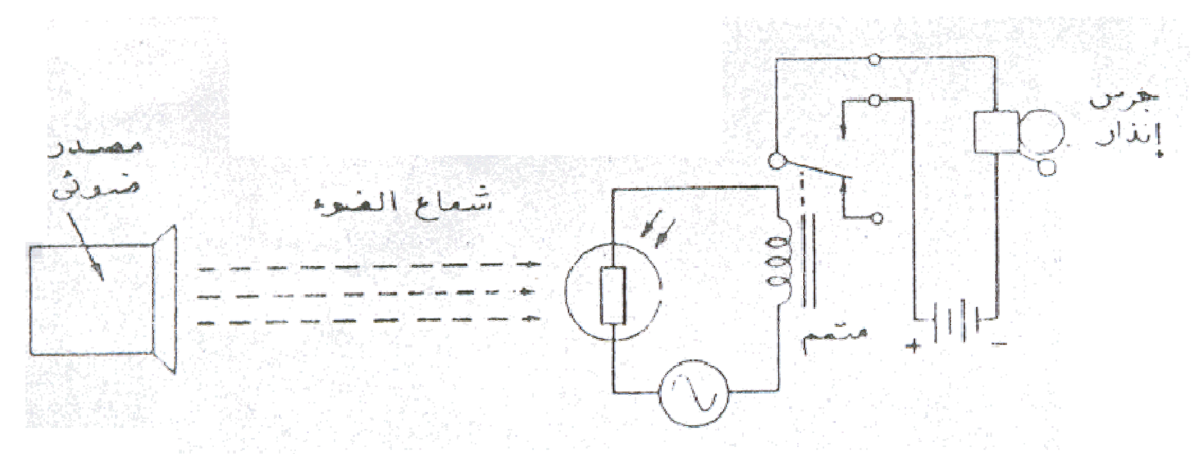
شكل (6-7-أ) يبين تركيب وحدة من هذه الخلايا حيث توضع طبقة شبه موصلة (مثل كبريتيد الكادميوم) بين قطبين معزولين عن بعضهما . ويوضع الكل بداخل غلاف شفاف ويبين شكل (6-7 - ب) نموذج لشكل خلية التوصيل الضوئي.



شكل (6-7) خلية التوصيل الضوئي .

الاستخدام :

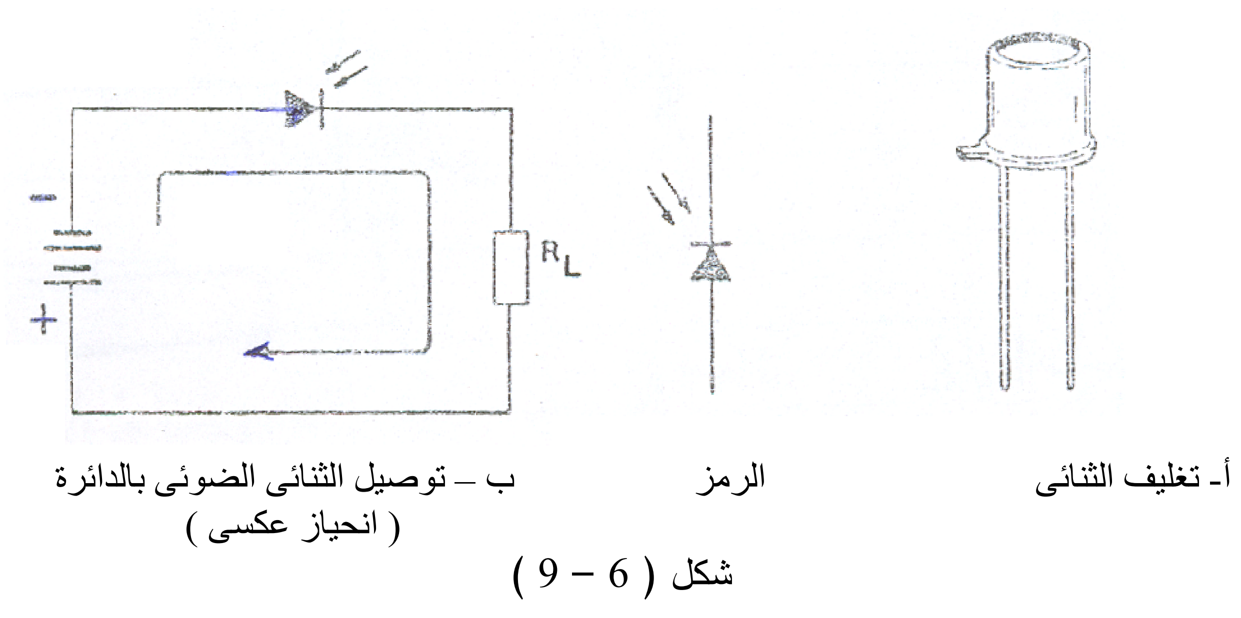
توجد تطبيقات عديدة لاستخدام خلايا التوصيل الضوئي في مجال الالكترونيات ومن امثلتها : الاستخدام في أجهزة الاختبار ذات الدقة العالية لقياس شدة الضوء ، دوائر التحكم في الأبواب أوتوماتيكيا، دوائر الكشف عند اقتحام مكان ما والشكل (6-8) يبين دائرة بسيطة لهذا النوع من الدوائر حيث ان مصدر الضوء يسقط شعاعاً رفيعاً من الضوء على خلية موصلة بالتوالي مع متمم Relay ومصدر جهد في الوضع العادى يكون الضوء ساقطاً على الخلية فتكون مقاومتها منخفضة، وهذا يسمح بمرور تيار كاف لتغذية ملف المتمم فيعمل على جذب الحافظة لأسفل وبهذا تكون دائرة الجرس مفتوحة. أما إذا قطعت أشعة الضوء عن طريق اقتحام شخص لهذا المكان فإن مقاومة الخلية تزيد بشكل ملحوظ ويقل التيار المار في ملف المتمم ، فتقل فاعليته، وترتفع الحافظة لأعلي ، وتكتمل دائرة الجرس فيعمل محدثاً صوتاً كإنذار.



شكل (6-8) دائرة إنذار باستخدام خلية التوصيل الضوئى

*** الثنائي الضوئي photo diode :**

الثنائي الضوئي هو ثنائي ذو وصلة PN (تصنع عادة من السليكون) داخل غلاف بـه فتحه أو عدسة لكي تسمح بسقوط الضوء على الوصلة PN كما في الشكل (6-9-ب)



أ- تغليف الثنائى   الرمز   ب – توصيل الثنائى الضوئى بالدائرة (انحياز عكسى)

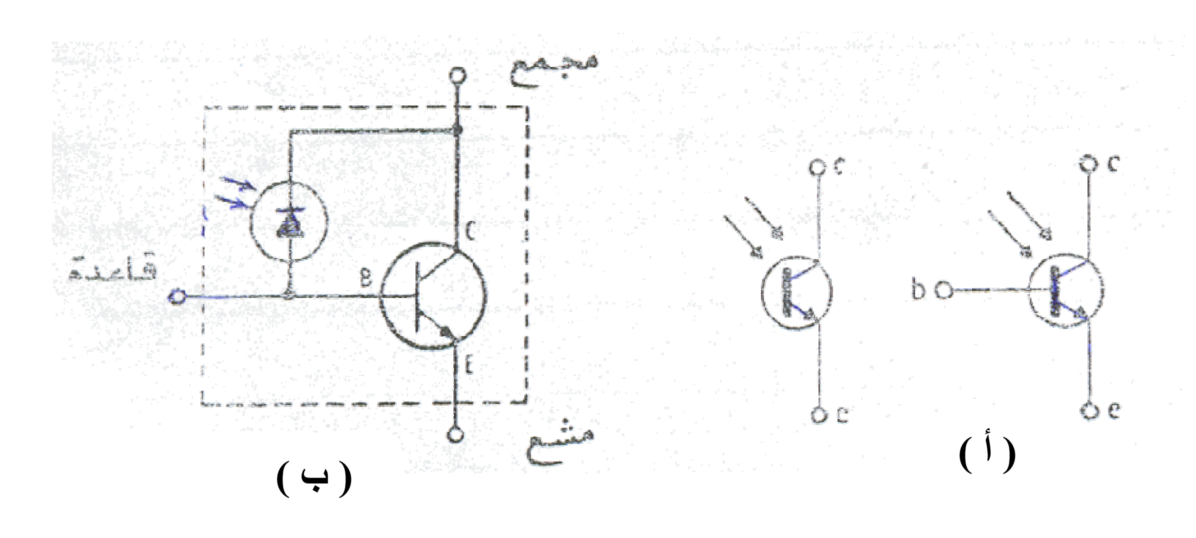
شكل (6 – 9)

للثنائي الضوئي ميزة هامة عن نبائط التوصيل الضوئى الاخرى حيث يمكنه الاستجابة بشكل أسرع للتغيرات فى كثافة الضوء ، ولهذا يستخدم في التطبيقات التي يكون فيها تغير كثافة الضوء بمعدل سريع مثل وحدات قارئ الصوت بالأفلام السينمائية وفي الحاسبات الالكترونية حيث يقوم بتحويل الرمز من البطاقات الى إشارة كهربية منخفضة بالمقارنة مع نبائط التوصيل الضوئي الأخرى.

*** الترانزستور الضوئي Photo Transistor :**

لا يختلف الترانزستور الضوئى عن الترانزستور العادى في التكوين ولكن الترانزستور الضوئي به فتحة عليها عدسة لدخول الضوء وشكل (6-10-أ) يبين الرمز للترانزستور الضوئي حيث يكون له ثلاث أطراف هي:

القاعدة، المشع، المجمع. ولكن معظم التطبيقات تستخدم أطراف المشع والمجمع فقط ، ولا يستخدم طرف القاعدة إلا في قليل من التطبيقات ويبين شكل (6- 10 – ب) الدائرة المكافئة للترانزستور الضوئي حيث تحتوى الدائرة على ثنائي ضوئي موصل عبر القاعدة والمجمع لترانزستور عادى .



شكل (6- 10) الترانزستور الضوئى

ويعمل الترانزستور الضوئي مثل الترانزستور العادى تماماً ، عدا أنه بدلا من تغذية القاعدة بتيار خارجي لدفع الترانزستور للعمل كما في حالة الترانزستور العادي ، فإن الثنائي الضوئي الموجود بين المجمع والقاعدة في الترانزستور الضوئي يستعمل كمصدر للتيار ، فعند سقوط الضوء فإن الثنائي الضوئي يعمل على مرور تيار كبير بين المشع والمجمع بالتحكم في كسب التيار للترانزستور والعكس في حالة عدم وجود ضوء فإن التيار العكسى للثنائي الضوئي يكون صغيراً ، وبالتالي يقل التيار المار من المشع الى المجمع .

يمتاز الترانزستور الضوئي بأنه ينتج تيار خرج أعلى بالنسبة لكثافة ضوء معينة ، لأن الترانزستور به إمكانية التكبير ، ولكن الترانزستور الضوئي به عيب كبير وهو أنه لا يستجيب للتغيرات السريعة في كثافة الضوء مثل الثنائي الضوئي.

يستخدم الترانزستور الضوئي على نطاق واسع في تطبيقات مثل:

1- كاشف للدخان واللهب فى دوائر الإنذار

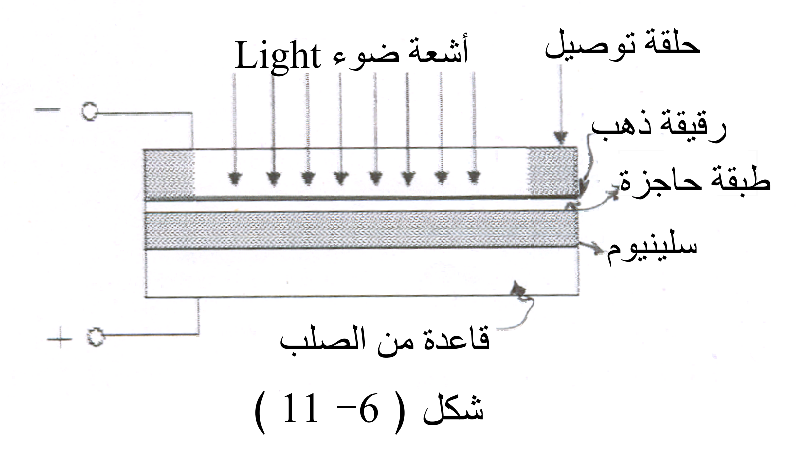
2- التاكوميتر لقياس السرعة .

3- فتح الأبواب أوتوماتيكياً .

4- عد المنتجات في حالة الانتاج بالجملة .

*** الخلايا الشمسية :**

تتكون الخلايا الشمسية من طبقة حساسة من مادة شبة موصل مثل مادة السلينيوم مثبتة على الكترود من الصلب يستخدم كقطب موجب ويوضع فوقها طبقة أخرى رقيقة جداً من الذهب ثم توضع فوقها حلقة معدنية ملامسة لها تستخدم كقطب سالب.



شكل (6- 11)

وتمر أشعة الضوء داخل الحلقة المعدنية إلى الخلية من خلال طبقة من الورنيش الشفاف كما في شكل(6-11)

*** خواص الخلايا الفوتوفولتية أو الخلايا الشمسية :**

توصف الخلايا الفوتوفولتية أو الخلايا الشمسية بعلاقتين أساسيتين:

العلاقة الاولى تحدد القوة الدافعة الكهربية المنتجة بين طرفى الخلية ذات الدائرة المفتوحة (Open Circuit) المقابلة لشدة الاستضاءة الساقطة على الخلية.

والعلاقة الثانية تحدد قيمة التيار المار في دائرة الخلية عند توصيل طرفيها توصيلاً مباشراً أى دائرة قصر Short Circuit

هاتين العلاقتين تحددان أفضل تحميل للخلية لتحديد عدد الخلايا المطلوب توصيلها على التوالي وعلى التوازي لتحقيق جهد المصدر المطلوب وكذلك تيار الحمل المناسب عند استخدام هذه الخلايا في أحد التطبيقات .

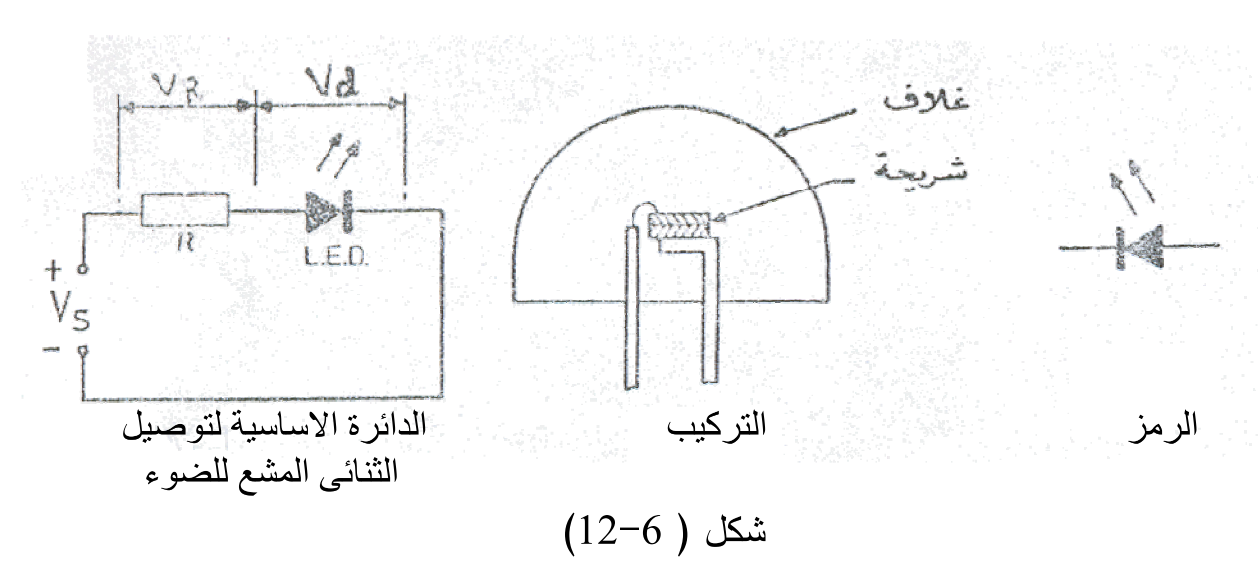
6-4 النبائط المشعة للضوء :

*** نبائط الإنبعاث الضوئي " المشعة للضوء " :**

تقوم هذا النبائط بتحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة ضوئية، ومن أمثلتها: المصابيح المتوهجة ومصابيح النيون .وهذه المكونات حل محلها نبائط من أشباه الموصلات مثل الثنائيات المشعة للضوء .

*** الثنائي المشع للضوء Light Emitting Diode (L E D) :**

الثنائي المشع للضوء هو ثنائي ذو وصلة PN وله نفس الخصائص الكهربية للثنائي العادى . ولكنه يمتاز عنه بأنه يشع ضوء مرئي (في هيئة فوتونات) في وضع انحياز امامى وأكثر الألوان المتاحة في المدى المرئي هى الأحمر والأخضر والأصفر والبرتقالي ، ويتوقف الضوء المشع على نوع المادة المستخدمة في تصنيع الثنائي .



الدائرة الاساسية لتوصيل الثنائى المشع للضوء — التركيب — الرمز

شكل (6-12)

وشكل (6-12) يبين التركيب الأساسي والرمز لمثل هذا الثنائي ، ويكون الجهد عبر الثنائي المشع للضوء عند الانحياز الامامي ما بين 1.57 إلى 2V وأقصى قيمة للتيار 50 mA ،وتيار التشغيل العادي من 10 mA إلى 20 mA ولهذا توصل معه مقاومة تحديد بالتوالي كما في شكل (6-13) الذى يوضح الدائرة الاساسية لتوصيل الثنائي المشع للضوء مع مصدر جهد مرتفع وتحسب قيمة المقاومة R كالآتي:

$$R = \frac{V_s - V_d}{I_d}$$

حيث:

V_S = جهد المنبع .

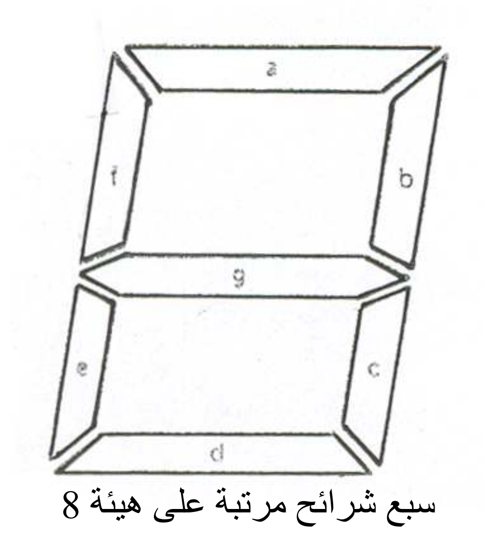
V_d = الجهد عبر الثنائي في حالة الأنحياز الأمامي .

I_d = التيار الأمامي للثنائي .

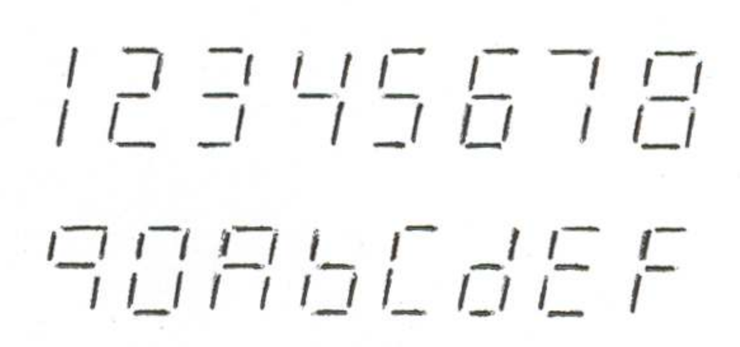
تستعمل الثنائيات المشعة للضوء المرئي غالباً كمبين ضوئي بسيط (لمبة بيان) لإعطاء بيان لحالة التوصيل (on) وحالة الفصل (off). كما يمكن ترتيب مجموعة من هذه الثنائيات بشكل معين لعمل نموذج يستخدم في العرض الرقمي فى عديد من الأجهزة مثل: أجهزة القياس، الحاسبات الالكترونية، والساعات الرقمية .... الخ .

*** نبائط العرض ذات السبع شرائح باستخدام الثنائيات المشعة للضوء :**

تتكون نبائط العرض ذات السبع شرائح بإستخدام LED's من سبع ثنائيات تمثل سبع شرائح مرتبة على هيئة 8 كما فى شكل (6-3) وتميز كل شريحة بحرف معين من حرف a إلى حرف (g) ويمكن عرض أى رقم من " 0 " إلى " 9 " بالاضافة الى عدد قليل من الحروف وذلك بإضاءة مجموعة من هذه الشرائح كما في شكل (6-13) .



سبع شرائح مرتبة على هيئة 8



يمكن عرض أى رقم بإضاءة مجموعة من الشرائح

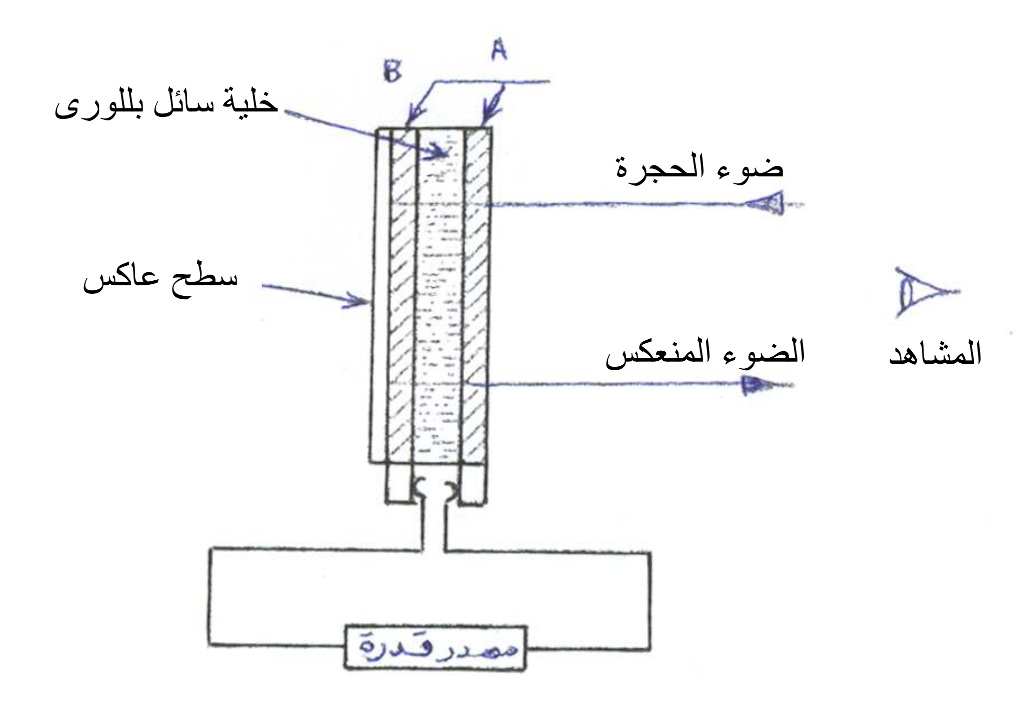
شكل (6- 13)

*** مبينات السائل البللوري LCD's :**

تستعمل مبينات السائل البلوري إما لعرض الأرقام، أو الأرقام والحروف معاً كما هو الحال بالنسبة لمبينات العرض بإستخدام الثنائيات المشعة للضوء الـ LCD's في إنها تتحكم في الضوء ولا تولده كما في حالة الـ LED's ويمتاز مبين السائل البللوري بأنه يحتاج الى جهد وتيار تشغيل منخفض أى قليل القدرة المستهلكة مما يجعل هذا النوع مثالياً للإستخدامات المتنقلة والصغيرة مثل ساعات اليد والحاسبات الصغيرة . والشكل (6-14) يوضح فكرة عمل مبين السائل البللوري حيث يوضع السائل البللوري بين مرشحين للضوء A . B كما يوجد

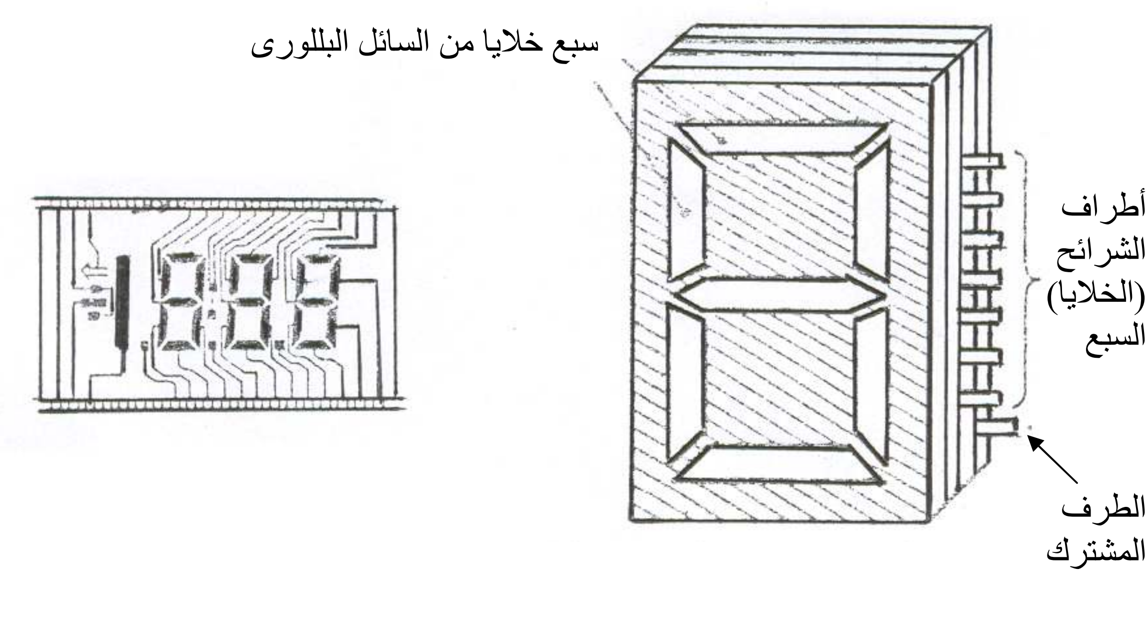
سطح عاكس للضوء خلف المرشح B ، ويغطى السطحان الداخليان للمرشحين بسطح موصل شفاف لتوصيل التغذية بالقدرة إلى السائل البللوري . فى حالة عدم توصيل مصدر القدرة . فإن ضوء الغرفة الساقط على المبين لا يمتص عن طريق السائل البللوري بل يعبر الضوء المرشحات والسائل ثم ينعكس عن طريق السطح العاكس وبهذا تظهر مساحة السائل البللوري مثل الخلفية المحيطة بها أى لا يظهر أى شيء .

أما فى حالة توصيل مصدر القدرة فإن ضوء الغرفة الساقط يعبر المرشح A ويمتص في السائل البللورى فتظهر مساحة السائل البللوري سوداء بالنسبة للخلفية المحطية بها ، ويمكن ضبط المرشحات في المصنع بحيث تظهر مساحة السائل بيضاء وسط خلفية سوداء أو العكس أى تظهر مساحة السائل سوداء وخلفية بيضاء.



شكل (6 – 14) فكرة عمل مبين السائل البلورى

يمكن ترتيب سبع خلايا من السائل البللوري على هيئة رقم كما في شكل (6-15) وذلك للحصول على مبين سائل بللوري ذى سبع شرائح ، كما يمكن عمل مبين رقمى متعدد الخانات كما في شكل (6-16) وذلك بتجميع عدد من المبينات ذات السبع شرائح .



شكل (6-15)
مبين ذو شرائح على هيئة

شكل (6-16)
مبين رقمى متعدد الخانات

أنواع الليزرات Types of Lasers :

توجد أنواع مختلفة من الليزرات ، فالمادة الليزرية المستخدمة لإنتاج الليـــزر يمكـــن أن تكون جامدة أو غازية أو سائلة أو شبه موصله . وكل أنواع الليزرات عادة تسمى حسب نوعية المادة الليزرية المستخدمة فيه . وهذه الأنواع هى :

1- ليزرات الحالة الصلبة (Solid – State Lasers)
2- ليزرات الحالة الغازية (Gas – state lasers)
3- ليزر الأكسيمر (Lasers Excimer)
4- ليزرات الصبغة (سائلة) (Dye Lasers)
5 – ليزرات أشباه الموصلات (Semiconductor Lasers)

ثنائى الليزر Laser Diode

تستخدم ليزرات أشباه الموصلات فى صناعة ثنائى الليزر ، إن ليزر أشباه الموصـــلات (ديود الليزر) هو ليزر من مادة شبه موصلة تتميز بأنها ذات فجوة حزميـــة مباشـــرة وأكثـــر أنواعه شيوعاً هو ديود زرنيخ الجاليوم (GaAs) الذى يصدر إشعاع أحمر بطـــول مـــوجى 0.85 ميكرون .

يحدث الفعل الليزرى فى دايود الليزر نتيجة الإنتقال المحثوث للإلكترونات بين المستويات الإلكترونية لحزمة التوصيل (Conduction Band) و المستويات الإلكترونية لحزمة التكافؤ (Valence Band) ولذلك فإن الإنتقالات قد تحدث بين أوضاع الكترونية ذات طاقات مختلفة وليس كالإنتقالات التى تكون بين مستويات طاقة محددة .

لقد تم اكتشاف هذا النوع من الليزر سنة 1961 وله كثير من التطبيقات العملية أهمها فى حقل الإتصالات وقد استخدم أيضا فى ضخ أنواع أخرى من الليزر حيث يتميز هذا النوع من الليزر (ليزر شبه الموصلات – ديود الليزر) بما يلى :

1- صغر الحجم

2- الكفاءة العالية التى قد تصل إلى 32 ٪

3- إمكانية التحكم بشدة الشعاع الخارج مباشرة بواسطة التيار الكهربائى

4- رخص الثمن

5- خاصية التنغيم أى إمكانية الحصول على أى طول موجى من بين أطوال موجية متعددة من الليزر نفسه .

6- شدة الإضاءة العالية (أى أنه يصدر كمية كبيرة من الضوء مركزة فى منطقة ضيقة

7- ذات عمر تشغيلى كبير مما يمكننا من الإعتماد عليه فى الإستخدامات التى يكون من الصعب القيام بعمليات تبديل القطع فيها أى أنه ذو كفاءة عالية .

إن لدايود الليزر إنتقالات متعددة أى يمكن للإلكترونات أن تنتقل بين عدة طبقات وذلك على اختلاف الذرات وتؤدى هذه الإنتقالات إلى حدوث انبعاث ليزرى ، ويمكن اجمال أهم هذه الإنتقالات بما يلى :

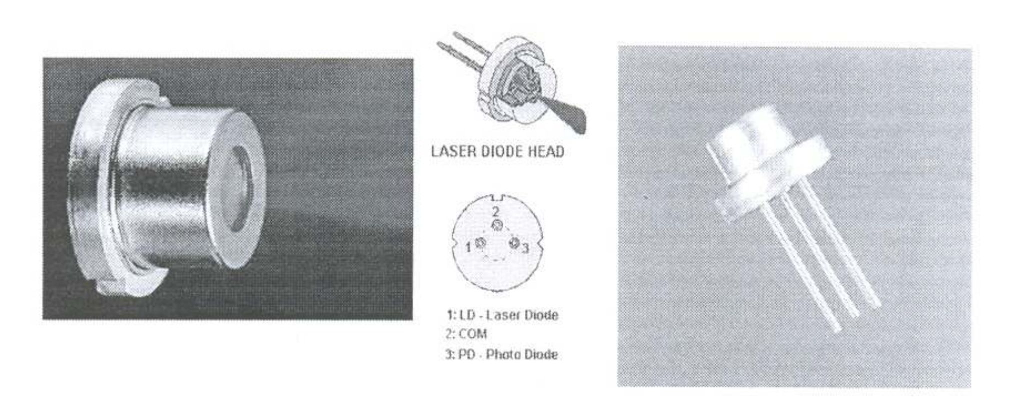
1- الإنتقالات بين المستويات الطاقية للذرات الشائبة المضافة إلى المادة الأصلية

2- الإنتقالات بين المستويات الطاقية للأنطقة الموجودة فى المواد النصف ناقلة النقية

3- الإنتقالات بين المستويات المغناطيسية

يتم تصنيع ديود الليزر للإستخدامات التى تحتاج إلى طول موجه صغير من زرنيخ الجاليوم والألومنيوم GaAlAs أما الأجهزة التى تحتاج إلى طول موجه كبير فيصنع الدايود من lnGaAsP (انديوم – جاليوم – زرنيخ – فوسفور)

ويبين شكل (6-17) بعض الصور الحقيقية لدايودات الليزر باشكال متنوعة



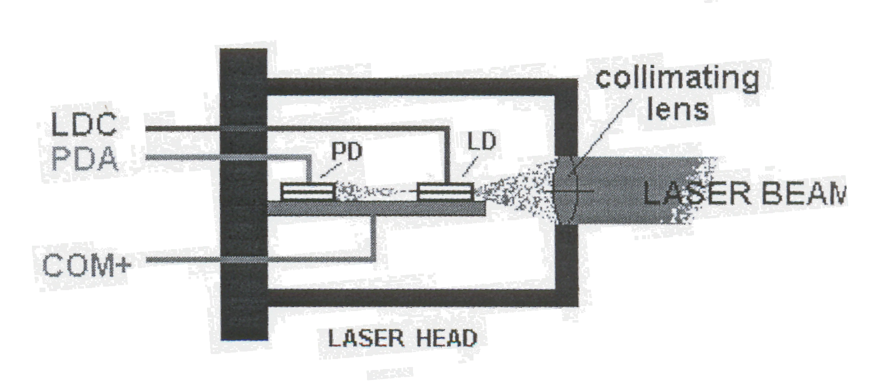
شكل (6-17)

تركيب ديود الليزر :

يتكون كما ذكرنا من وصلة P-N هى عبارة عن الوسط الفعال والذى تضخ إليه الطاقة باستخدام التيار الكهربائى ويحيط بهذا المتصل طلاء عاكس تطلى به النهايتان المتقابلتـــان مـــن رقاقة الليزر نصف الناقل ولكن فى بعض الأحيان يكون ذلـــك غيـــر ضـــرورى لأن معامـــل الإنكسار للهواء أصغر بكثير من معامل الإنكسار لمعظم المواد نصف الناقلة التى يصنع منهـــا المتصل .

ونلاحظ وجود نوعين رئيسيين لبنية شريحة ديود الليزر وذلك حسب الـــشكل وطريقـــة الإشعاع أو بالأحرى منطقة الضوء الصادر .

فالنوع الأول يصدر الضوء عمودى على الوسط الفعال والآخر موازى له وشكل (6-18) يبين شكل مبسط لبنية الليزر بشكل عام



شكل (6-18)

توضع الرقيقة نصف الناقلة المولدة لأشعة الليزر ضمن تشكيلة هيكلية لحمايتها من التعرض المباشر للبيئة المحيطة ولتأمين أسلاك التوصيل إلى الرقيقة بشكل عملى ويضاف إليها

عدسات لتقويم الإنتشار الذى قد ينشأ فى بعض الأحيان ولتضييق حزمة الضوء فى منطقة صغيرة أو لزيادة مساحة المنطقة المضاءة حسب الطلب وهذا ما يوضحه شكل (6–18) .

أنواع ديودات الليزر :

توجد بنيتان رئيسيتان لدايود الليزر هما :

1- بنية فابرى- بيترو أو FP .

2- البنية ذات التغذية العكسية المجزأة أو DFB .

استخدامات دايود الليزر :

1- الأياف البصرية

2- قارئات الأقراص المضغوطة CD والأقراص العالية الدقة المستخدمة فى الأفلام DVD

3- الطابعات الليزرية

4- مؤشرات الليزر المستخدمة بكثرة هذه الأيام

5- الماسحات الضوئية

6- أجهزة الـــ Bar Code فى المكتبات والمحلات التجارية

تذكر (الدوائر المتكاملة – النبائط الضوئية)

- الدائرة المتكاملة دائرة الكترونية كاملة تحتوى على ترانزستورات ، ثنائيات ، مقاومـــات ومكثفات + التوصيلات الخاصة بهذه المكونات .
- لا توجد دوائر متكاملة تحتوى على ملفات أو محولات .
- الدائرة المتكاملة صغيرة الحجم – رخيصة الثمن – خفيفة الوزن .
- الدائرة المتكاملة تستهلك قدرة صغيرة جداً جداً .
- لا يمكن اصلاح الدائرة المتكاملة إذا تلف أحد مكوناتها بل تستبدل بأخرى .
- الدائرة المتكاملة للقدرات الصغيرة فقط .
- يمكن تنفيذ دائرة متكاملة عن طريق نشر شوائب نوع N وشوائب نوع P داخل شريحة من نوع P ويمكن التحكم في المقاوم عن طريق الطول والعرض.
- عدد الأطراف الشائعة على الجانبين DIP هو 8-14-16-24 طرف.
- تغلف الدائرة المتكاملة بعد صنعها لحمايتها من الرطوبة والأتربة.
- الدوائر المتكاملة الخطية IC's تستخدم في مجال الالكترونيات.
- الدوائر المتكاملة الرقمية تعمل في حالتين 1, 0.
- الدوائر المتكاملة الرقمية تستخدم فـــى الـــدوائر المنطقيـــة والآلات الحاســـبة وأجهـــزة الكمبيوتر.
- عند سقوط ضوء على سطح حساس للضوء يسبب تحرر الالكترونـــات وتنطلـــق الـــى الوسط المحيط ويسمى ذلك بالانبعاث الضوئى .
- تتغير مقاومة الخلية الضوئية بتغير شدة الضوء الساقط عليه .
- تستخدم خلايا التوصيل الضوئي في دوائر التحكم في الابواب أوتوماتيكياً .
- عيب الثنائي الضوئي أن له خرج تيار منخفض مقابل تيار الضوء الساقط عليه.
- الترانزستور الضوئي به فتحه عليها عدسة لدخول الضوء.
- الثنائى الضوئي الموجود بين المجمع والقاعدة فى الترانزستور الضوئي يستعمل كمصدر للتيار المغذى لقاعدة الترانزستور.
- يستعمل الترانزستور الضوئي في التاكوميتر لقياس السرعة.
- يستعمل الترانزستور الضوئي ككاشف للدخان في دوائر الإنذار.

- تستعمل الثنائيات المشعة للضوء كمبين بسيط " لمبة بيان" لإعطاء بيان لحالتى التوصيل on أو off.
- توجد عدة أنواع من الليزرات منها :

1- ليزر الحالة الصلبة

2- ليزر الحالة الغازية

3- ليزر الأكسيد

4- ليزرات الصبغة (سائلة)

5- ليزرات أشباه الموصلات

- أشهر أنواع ديودات الليزر تصنع من زرنيخ الجاليوم (GaAs) ويصدر إشعاع أحمر بطول موجى (0.85 ميكرون)
- يحدث الفعل الليزرى فى دايود الليزر نتيجة الإنتقال المحثوث للإلكترونات بين المستويات الإلكترونية لحزمة التوصيل والمستويات الإلكترونية لحزمة التكافؤ
- يمتاز دايود الليزر بـ : صغر الحجم – الكفاءة العالية – رخص الثمن – شدة الإضاءة العالية – خاصية التنغيم – عمر أطول
- من أنواع دايودات الليزر :

1- بنية فابرى–بيترو FP

2- البنية ذات التغذية العكسية المجزأة DFB

- من استخدامات ثنائى الليزر :

1- الألياف البصرية

2- قارئات الأقراص المضغوطة

3- الطابعات الليزرية

أسئلة على الباب السادس

1- اذكر انواع الترانزستور مع رسم الدائرة الكهربية لكل منها

2- اشرح مع الرسم منحنى خواص الترانزستور عند ثبات تيار القاعدة

3- عند دراسة خواص الترانزستور يجب الأخذ في الاعتبار نقاط هامة فما هى هذه النقاط

4- اشرح مع الرسم تركيب ونظرية عمل الترانزستور

5- اشرح مع الرسم طريقة تشغيل الترانزستور عن طريق المشع المشترك

6- اشرح مع الرسم ظاهرة الانبعاث الضوئي

7- اشرح مع الرسم نظرية الخلية الفوتوفلطية

8- في بعض المواد شبه الموصلة تقل مقاومتها بسقوط الضوء عليها. اشرح سبب ذلك

9- اشرح مع الرسم الوصلة الثنائية من حيث التركيب ونظرية العمل

10- اشرح مع الرسم نظرية عمل الثنائي المشع للضوء LED

11- اشرح نظرية عمل خلية السائل البللوري

12- اشرح مع الرسم تركيب الترانزستور الضوئى وفيما يستخدم

13- اذكر مميزات استخدام النبائط الضوئية عن استخدام الاشارات الكهربية

14- يستخدم السائل البللوري في عمل فتائل عرض الأرقام والحروف اشرح مع الرسم خلية المبين البللورى

15-اشرح مع الرسم تركيب الخلية الشمسية

16-ما هى أنواع الليزرات

17-أذكر أنواع ثنائى الليزر ومما يصنع

18- ما هى مميزات ثنائى الليزر

19-أذكر استخدامات ثنائى الليزر

ثالثا:المنهج العملي

أساسيات الهندسة الكهربية والإلكترونية

الباب الأول

السلامة والصحة المهنية

1 –1 : قواعد الأمن والسلامة داخل مكان العمل – فكرة مبسطة عن مصادر التيار الكهربي وطرق توزيعه

1-1-1 مفهوم السلامة والصحة المهنية :

تعرف السلامة والصحة المهنية بأنها العلم الذي يهتم بالحفاظ على سلامة وصحة الإنسان وذلك بتوفير بيئات عمل آمنة خالية من مسببات الحوادث آو الإصابات أو الأمراض المهنية ، أو بعبارة أخرى هي مجموعة من الإجراءات والقواعد والنظم في إطار تشريعي تهدف إلي الحفاظ علي الإنسان من خطر الإصابات والحفاظ على الممتلكات من خطر التلف والضياع ، وتدخل السلامة والصحة المهنية في كل مجالات الحياة فعندما نتعامل مع الكهرباء أو الأجهزة الكهربية والإلكترونية فلا غنى عن إتباع قواعد السلامة وبديهي انه داخل المصانع وأماكن العمل المختلفة وفي المنشآت التعليمية فإننا نحتاج إلي قواعد السلامة ، بل يمكننا القول بأنة عند تناول الأدوية للعلاج أو الطعام لنمو أجسامنا فإنه يجب إتباع قواعد السلامة.

2-1-1 - الأهداف من اتباع قواعد السلامة والصحة المهنية :

1 – 1 – 2- 1- حماية العنصر البشرى من الإصابات الناجمة عن مخاطر بيئة العمل وذلك بمنع تعرضهم للحوادث والإصابات والأمراض المهنية .

1 – 1 – 2- 2- الحفاظ علي مقومات العنصر المادي المتمثل في المنشآت وما تحتويه من أجهزة ومعدات من التلف والضياع نتيجة الحوادث .

1 – 1 – 2- 3- توفير وتنفيذ كافة اشتراطات السلامة والصحة المهنية التي تكفل توفير بيئة آمنة تحقق الوقاية من المخاطر للعنصرين البشرى والمادي .

1 – 1 – 2- 4 - تهدف السلامة والصحة المهنية كمنهج علمي تثبيت الآمان والطمأنة في قلوب العاملين أثناء قيامهم بأعمالهم والحد من نوبات القلق والفزع الذي ينتابهم وهم يتعايشون بحكم ضروريات الحياة مع أدوات ومواد وآلات يكمن بين ثناياها الخطر الذي يتهدد حياتهم وتحت ظروف غير مأمونة تعرض حياتهم بين وقت وآخر لأخطار فادحة .

ولكي تتحقق الأهداف السابق ذكرها لابد من توافر المقومات التالية :

1- التخطيط الفني السليم والهادف لأسس الوقاية في المنشآت .
2- التشريع النابع من الحاجة إلي تنفيذ هذا التخطيط الفني
3- التنفيذ المبني علي الأسس العلمية السليمة عند عمليات الإنشاء مع توفير الأجهزة الفنية المتخصصة لضمان استمرار تنفيذ خدمات السلامة والصحة المهنية .

3-1-1 - قواعد الأمن والسلامة داخل مكان العمل :

1 – 1 – 3 – 1 - الاهتمام بنظافة مكان العمل وترتيبه وارتداء الملابس المناسبة .

1 – 1 – 3 –2- عدم توصيل التيار الكهربي لأي من الآلات أو الأجهزة دون إشراف المعلم .

1 – 1 – 3 –3 - التأكد من فصل التيار الكهربي عن آي دائرة قبل إجراء أي عمليات بها .

1 – 1 – 3 –4 - التأكد من مطابقة فرق جهد المصدر الكهربي للجهد المقنن لتشغيل الأجهزة والآلات قبل تشغيلها .

1 – 1 – 3 –5 - التأكد من صلاحية مكونات الدوائر الكهربية قبل توصيلها بالتيار الكهربي .

1 – 1 – 3 –6 - المحافظة علي معدات العمل وأدواته واستخدامها بالطرق الصحيحة .

1 – 1 – 3 –7 - إجراء الصيانة الدورية المستمرة لجميع الأدوات والأجهزة والآلات الموجودة .

1 – 1 – 3 –8 - التأكد من صحة توصيل أجهزة القياس المختلفة مع الأحمال الكهربية ، كتوصيل جهاز الأميتر علي التوالي وجهاز الفولتميترعلي التوازي مع اختيار المدى المناسب للقيمة المقاس والقطبية المناسبة .

1 – 1 – 3 –9 - التعاون مع الزملاء وهيئة التدريس لتحسين الأداء واكتساب المهارات .

1 – 1 – 3 –10 - تأريض المعدات والآلات الكهربية والأجسام المعدنية للأجهزة .

1 - 1 - 4 : فكرة مبسطة عن مصادر التيار الكهربي وطرق توزيعه :-

الكهرباء هي إحدى صور الطاقة النظيفة (أي التي لا يحدث عنها مخلفات ضارة بالبيئة) ولا غني عنها في حياتنا سواء في الاستخدامات المنزلية للإنارة والتدفئة وتشغيل الأجهزة الكهربية المنزلية والإلكترونية أو في الصناعة لتشغيل الماكينات اللازمة للإنتاج أو في الزراعة لتشغيل طلمبات الري أو حفظ المحاصيل أوفي المستشفيات في تشغيل الأجهزة الطبية وخلافه . ومصادر التيار الكهربي كثيرة ومتعددة نذكر منها علي سبيل المثال لا الحصر

1 – 1 -4- 1 - المولدات الكهربية وهي إما أن تكون ذات قدرات صغيرة وتستخدم في المنازل أو المصانع شـــكل (1-1) .



شكل (1-1 1) ماكينة توليد كهرباء

أو تكون ذات قدرات كبيرة تستخدم لتغذية المدن والمصانع عن طريق خطوط النقل الكهربية وتنسب هذه المحطات إلي الطاقة الميكانيكية التي تديرها ومنها :

1 – محطات تعمل بوقود مشتقات البترول (سائل أو غازي) .

2- محطات بخارية تعتمد علي الطاقة الحرارية الناتجة عن تسخين المياه (البخار) .

3- محطات مائية تعتمد علي الطاقة الناتجة من تساقط أو اندفاع المياه .

4- محطات نووية (المفاعلات النووية) – مصر في سبيلها الآن إلي إنشاء تلك المحطات .

1 – 1 – 4- 2 - البطاريات السائلة (المستخدمة في السيارات) أو الجافة (المستخدمة في كشاف الطوارئ) شكل (1-2) .



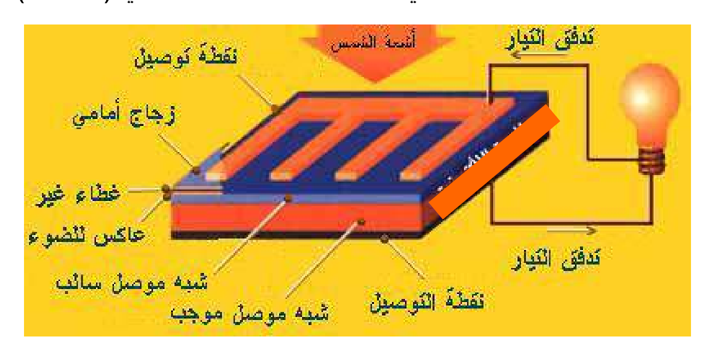
شكل (1- 2) يبين بعض الأشكال للبطاريات السائلة والجافة

1 – 1 – 4- 3 - الأعمدة الجافة بمختلف أنواعها تمثل مصادر بسيطة للتيار الكهربي شكل (1- 3) .



شكل (1-3) عامود جاف 1.5 فولت

1 – 1 – 4- 4 ـ الخلايا الشمسية والضوئية وهي مصادر حديثة للتيار الكهربي (1- 4) .



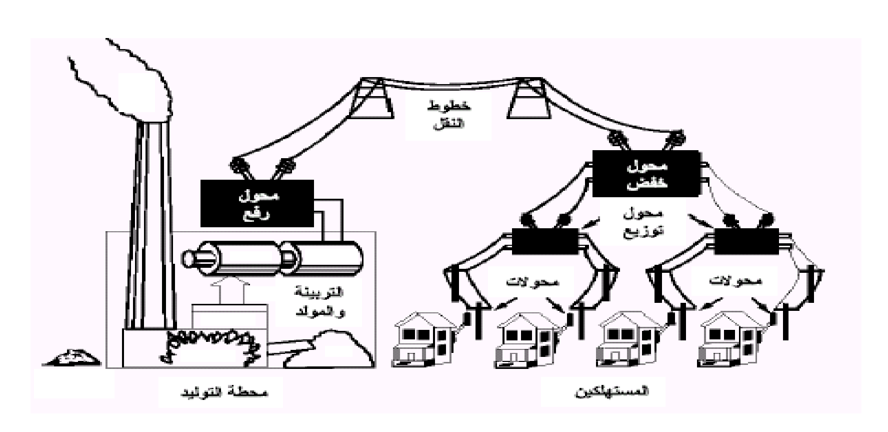
شكل (1-4) يوضح دائرة بسيطة تستخدم الخلية الشمسية لإنارة مصباح كهربي

وتوجد مصادر أخري تعتمد علي توليد القدرة الكهربية بفعل طاقة الرياح شكل (1-5).



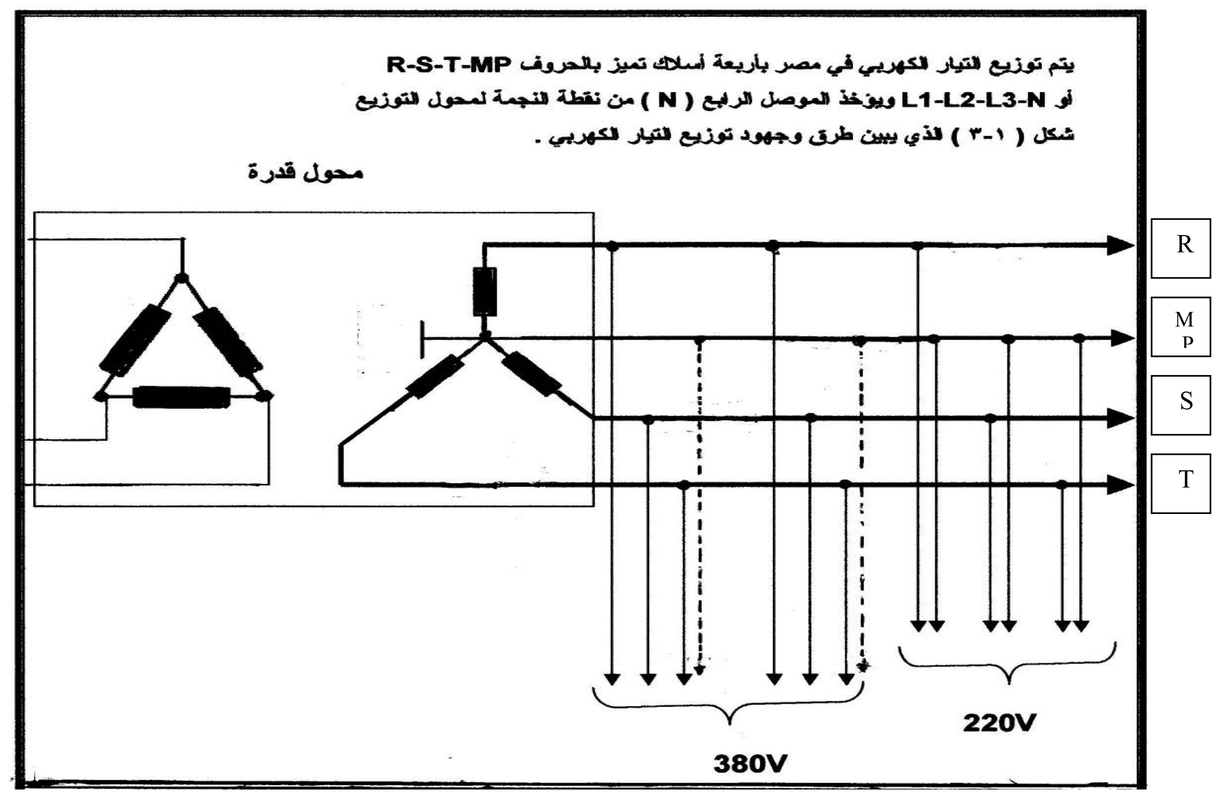
شكل (1-5) مولد كهربي ي يعمل بفعل طاقة الرياح

ولنقل القدرة الكهربية من أماكن التوليد إلي أماكن الاستهلاك تستخدم محولات قدرة لرفع الجهد وبالتالي ينخفض التيار ولذلك تقل مساحة مقطع الموصلات المستخدمة فتقل تكلفة منظومة النقل ويعاد استخدام محولات قدرة خفض ومحولات توزيع في أماكن الاستهلاك . شكل (1 – 6)



شكل (1-6) يبين منظومة توليد ونقل وتوزيع القدرة الكهربية

يـتم توزيـع التيـار الكهربـي فـي مـصر بأربعـة أسـلاك تميـز بـالحروف R-S-T-MP أو L1-L2-L3-N ويؤخذ الموصل الرابع (N أو MP) من نقطة النجمة لمحول التوزيع شكل (1-7) الذي يبين طرق الحصول جهد 220 V وجه واحد , 380 V ثلاثة أوجه .



شكل (1-7) توزيع التيار الكهربي بأربعة موصلات

1 – 2 - مخاطر الكهرباء

بالرغم من مميزات الكهرباء العظيمة إلا إنها تعتبر سلاح ذو حدين حيث أن الاستعمال الخاطئ وعدم اتخاذ الاحتياطات الأمنية اللازمة سواء في المنازل أو المنشآت الصناعية أوالتعليمية قد يصاحبه بعض الأخطار والحوادث مما يتسبب عنه فقد في الأرواح والممتلكات . وتنقسم المخاطر الكهربية حسب تأثيرها إلي قسمين أساسيين

1 – 2 – 1 - مخاطر تؤثر على الإنسان :

إذا لمس شخص أجزاء عارية حاملة للتيار الكهربي أثناء وقوفه علي الأرض أو ملامسته لبعض أجزاء من مبنى ليكون مكملا لدائرة كهربية فسوف يسرى تيارا كهربيا خلال جسمه وينتج عن ذلك ما يلي :

1 – 2 – 1 – 1 - صدمة كهربية : قد تؤدى للوفاة وتحدث نتيجة اتصال موصل أحد الأوجه للتيار الكهربي بالجسم المعدني أو هيكل الأجهزة أو المعدات الكهربية , وعندما يلمس الشخص هذه المعدات أو الموصل مباشرة يتعرض فورا لصدمة كهربية نتيجة مرور تيار كهربي خلال جسمه ويعتمد مقدار الضرر الذي يصيبه علي قيمة ذلك التيار ومدة سريانه وكذا حالته الصحية والجدول (1 – 1) يبين العلاقة بين قيم التيار ونوعه والضرر الذي يصيب الشخص الذي يتعرض للصدمة الكهربية وتتوقف شدة الصدمة التي يتعرض لها الإنسان علي عدة عوامل نذكر منها :

1- شدة ونوع التيار الكهربي المار بالجسم (فتأثيرالتيار المستمر DC أقل من تأثيراالتيار المتغير AC)

2- مدة سريان التيار في الجسم ، فكلما زادت مدة سريان التيار الكهربي بالجسم زاد تأثيره الضار .

3- العضو الذي يسري فيه التيار الكهربي ؛ فالجهاز العصبي والقلب أكثر الأعضاء تأثرا بالكهرباء ولعل المسار الأكثر خطورة هو من اليد إلي اليد عبر الصدر مرورا بالقلب حيث قد تحدث الوفاة الفورية والجدول (1 – 2) يبين مقاومة أعضاء الجسم المختلفة.

4- حالة الجلد ؛ فالجلد الجاف أكثر مقاومة للإصابة بالصدمة الكهربية من الجلد الرطب .

5- مدي مقاومة الشخص لتأثير الكهرباء .

1 – 2 – 1 – 3- الحروق : تختلف شدتها من حروق بسيطة تنشأ عن تيارات ضعيفة إلي حروق شديدة تنشأ عن تيارات ذات جهد عالي والتي تؤدي إلي تدمير لمعظم طبقات الجلد .

انبهار العين : ينتج عن الصدمة الكهربية عتامه في العدسة وذلك لسريان التيار الكهربي المباشر من خلال العين الذي ينتج عنه تعرض العين للوميض الكهربي ؛ كما يحدث لعامل اللحام بالقوس الكهربي .

الجدول(1 - 1) يلخص القيم المؤثرة للتيار الكهربي علي جسم الإنسان

م	**شدة التيار (مللي أمبير)**	**التيار المتغير**	**التيار المستمر**
1	6 - 1.5	بداية الشعور برجفة خفيفة في الأصابع	لايشعر به
2	3- 2	رجفة في الأصابع	لايشعر به
3	7 – 5	رجفة في اليدين	شعور بالحرارة
4	10 – 8	شعور بالألم في الأصابع وعظام اليدين ويستطيع المصاب التخلص من مصدر الصدمة بسهوله	شعورزائد بالحرارة
5	25 - 20	عجز اليدين عن الحركة وعجز المصاب عن التخلص من مصدر الصدمة وشعور بضيق في التنفس	شعورزائد بالحرارة
6	80 - 50	توقف التنفس واضطراب في الدورة الدموية قد يسبب الوفاة	تقلص وصعوبة في التنفس
7	100– 90	توقف التنفس ويتوقف القلب بعد 3 ثوان وتحدث الوفاة	توقف التنفس
8	200 - 100	توقف القلب وحدوث الوفاة بشكل مؤكد	حدوث الوفاة
9	أكثر من 200	توقف التنفس والقلب وحدوث حروق كبيرة	حدوث الوفاة

وشدة التيار المارة بجسم الإنسان تتوقف علي مقدار مقاومة أعضاء جسم الإنسان . وفيما يلي جدول يبين مقدار

والجدول (1 – 2) يبين مقاومة أعضاء الجسم المختلفة :

مسلسل	البيـــــــــان	المقاومة بالأوم
1	من القدم الي القدم	6500
2	من اليد الي القدم	4500
3	من اليد الي اليد	4000
4	من الي القدمين معا	3000
6	من اليدين الي القدمين	1800

من الجدولين السابقين يمكن حساب شدة التيار المارة بجسم الإنسان ومدى تأثيرها علية وذلك باستخدام قانون أوم (شدة التيار الكهربي = خارج قسمة فرق الجهد علي المقاومة)

1 – 2 – 2 - مخاطر تؤثر علي المنشآت والمواد :-

نتيجة لسوء استخدام ومراعاة شروط الأمن للطاقة الكهربية قد تحدث حرائق وانفجارات أو تلف بالمعدات . دلت الإحصائيات علي أن أسباب الحوادث الناجمة عن سوء استخدام القوى الكهربية تنحصر فيما يلي :

1- التحميل الزائد

2- قصر بالدائرة

3- استعمال معدات أو مهمات كهربية تالفة

4- لمس أجزاء مكهربة

5- عدم توصيل الأجهزة والمعدات بالأرضي .

1 – 3- طرق الوقاية من مخاطر التيار الكهربي والصدمة الكهربية والإسعافات الأولية للمصابين بالصدمة الكهربية :

1 – 3 – 1 – طرق الوقاية من مخاطر التيار الكهربي والصدمة الكهربية :

يجب عند تركيب الأسلاك الكهربية لإغراض الإنارة أن تكون داخل مواسير عازلة ولايجوز تركها مكشوفة حتى لا تتسرب إليها الرطوبة أو تؤثر فيها الحرارة التي يمكن أن تؤدى آلي قصر كهربي .

1- يجب عدم عمل عقد بالسلك المدلي لتقصيره أو دق مسامير عليه لتقريبه من الحائط ولأغراض التقصير يقطع السلك حسب المقاس المناسب .

2- يجب أن تكون الأسلاك والكابلات المستخدمة في التوصيلات الكهربية مناسبة لشدة التيار المار بها ؛ كما توصل الهياكل المعدنية للأجهزة والمعدات بالقطب الأرضي .

3- يجب عدم تحميل آي مأخذ كهربي (بريزة) بحمل زيادة عن المقنن له وعند آي زيادة في درجة حرارة المفاتيح أو التوصيلات الكهربية إبلاغ الفني المختص لعمل أتلازم , ويجب عدم القيام بأي أعمال في التوصيلات الكهربية أو إصلاحات إلا بمعرفة المختص المسئول عن الصيانة الكهربية .

4- توصيل الأجهزة والمعدات بمجمع أرضي إستاتيكي مناسب لتفريغ أي شحنات إستاتيكية فور تولدها .

5- يجب مراعاة الأسس القياسية الكهربية حسب الكود المصري وشروط الأمان عند تركيب الأجهزة الكهربية كالمحولات , المحركات , لوحات التوزيع الكهربية , المفاتيح , البرايز (مآخذ التيار) ....

6- يجب منع أي احتمال للمس المفاجئ للموصلات الحاملة للتيار الكهربي .

7- في حالة تركيب أي أجهزة كهربية في العراء يجب تسويرها بالحواجز الواقية لمنع الاقتراب منها .

8- يجب وضع تعليمات تحذيرية واضحة بحيث يسهل قراءتها بجانب الأجهزة والمصلات الحاملة للتيار الكهربي تبين مقدار الجهد وخاصة الجهد العالي .

9- يجب أن يكون القائمين علي أعمال الصيانة الكهربية للأجهزة والمعدات والتركيبات الكهربية فنيين مدربين كل في تخصصه ويجب قبل إجراء أي إصلاحات للأجهزة أو التركيبات الكهربية فصل التيار الكهربي والتأكد من ذلك (وفي بعض الحالات توصل هذه الأجهزة بالأرضي العام) , ويجب ارتداء ملابس الوقاية المناسبة .

10- يجب عمل صيانة دورية للأجهزة والتركيبات الكهربية وإصلاح ما يظهر من أعطال فور اكتشافيها وتغيير التالف فورا .

11- يجب عدم تعريض الأسلاك والكابلات المعزولة للشمس أو الحرارة المباشرة حتى لا يتعرض العازل للتلف بعد مدة طويلة .

12- يجب مراعاة وضع لوحات التوزيع العمومية والفرعية والمفاتيح والبرايز خارج الغرف التي تحتوي علي أبخرة أو أتربة أو غازات قابلة للاشتعال .

13-يجب تخصيص منصهرات لكل مجموعة من الدوائر مع استخدام القاطع الكهربي الأتوماتيكى (C.B) وذلك لفصل التيار الكهربي في حالة زيادة الأحمال آو حدوث قصر كهربي .

14-يجب أن تكون المفاتيح ومآخذ التيار المستخدمة داخل مخازن المواد الكيميائية من النوع المعزول المخمد للشرر المصنع خصيصا لهذا الغرض .

15- يجب تركيب قواطع حماية ضد التسرب الأرضي . Earth leakage protection

16- يجب قطع التيار الكهربي عن جميع المنشآت بعد انتهاء العمل أو عند مغادرة المنزل لمدة طويلة كالسفر .

1 – 3 – 2 - الإسعافات الأولية للمصابين بالصدمة الكهربية

عندما يصاب شخص بالصدمة الكهربية فإنه يموت ظاهريا ولذلك يجب بذل أقصي جهد ممكن لاستعادة حياة المصاب والتي تتوقف علي عاملين أساسيين :

1 - الطريقة الصحيحة التي يجب إتباعها عند قطع التيار عن المصاب .

2 - إتباع الطريقة الصحيحة لعمل التنفس الصناعي إذ أن إتباع الطرق الخاطئة ربما تؤدى الي إختناق المصاب والتعجيل بنهايته بدلا من إنقاذه .

1 – 3 – 2 – 1 - الإجراءات التي يجب إتباعها في حالة تعرض شخص لصدمة كهربية

1- فصل التيار الكهربي وبأسرع ما يمكن .

2- إذا كان مفتاح التحكم بعيدا يتم استخدام وسيلة لإبعاد الشخص المصاب عن مصدر التيار الكهربي باستخدام قطعة خشب جافة أو حزام من الجلد آو أي مادة عازلة ، وعدم لمس المصاب مباشرة ؛ لأن ذلك يعرضك للإصابة بالصدمة والاهتمام بالتحرك السريع لإنقاذ الشخص المصاب وإذا تعرض للإغماء يجب إجراء عملية التنفس الصناعي له وهى مسألة حيوية لإنقاذ المصاب حتى يستعيد وعية أو علي الأقل يبدأ في التنفس الطبيعي لحين وصول الطبيب .

3- تدفئة المصاب ببطاطين آو أي وسيلة أخرى .

4- عمل تدليك للأطراف في اتجاه القلب مما يساعد ذلك علي وصول أكبر كمية من الدم اليه وبالتالي تنشيط الدورة الدموية.

1 – 4 - <u>التدريب عن طريق المشاهدة والمحاكاة علي كيفية إسعاف المصاب بالصدمة الكهربية :</u>

<u>1 – 4 – 1 - طريقة إجراء عملية التنفس الصناعي</u>

1- يمدد المصاب علي ظهره ما لم يكن مصابا بكسر في العنق أو الظهر .

2- فتح المجاري الهوائية وذلك بجذب الرأس الي الخلف ودفع الفك إلي أعلي بلطف أو توضع يد تحت الرقبة واليد الأخرى علي الجبهة ويغلق الأنف لمنع تسرب الهواء ومن الضرورى جذب اللسان والذقن الي الأمام لمنع إنتفاخ معدة المصاب بالهواء .

3- يأخذ المسعف شهيقا عميقا ويباشر في نفخه في فم المصاب وذلك بعد وضع منديل نظيف حول فم المصاب وإذا كان طفلا يضع المسعف فمه علي فم وأنف الطفل معا شكل (1- 5) قبلة الحياة .

4- تكرر هذه العملية مرتين متتاليتين ويلاحظ معها حركة صدر المصاب .

5- يرفع المسعف فمه بسرعة وينصت لسماع صوت الزفير وتراقب حركة الصدر.

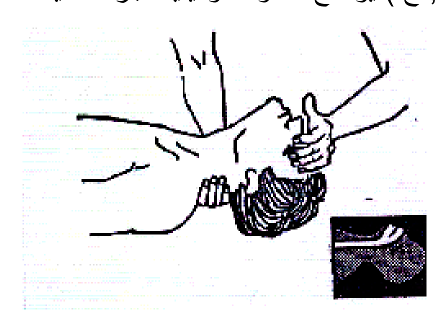
6- يكرر هذا الإجراء بمعدل 12 مرة في الدقيقة وتراقب حركة الصدر للبالغ ، وبمعدل من 12 الي 15 مرة في الدقيقة للأطفال .

7- في حال حدوث تقيؤ أدر رأس المصاب جانبا ثم نظف فمه برفق .

8- الدليل علي استعادة المصاب وعيه هو حركة الصدر وتحسن لون الجلد وتراجعت الزرقة مع العلم بأن تحرك الصدر والبطن لا يعني بالضرورة عودة التنفس الطبيعي ولكن التنفس الطبيعي يكون بشعور المسعف بأصابعه قرب الأنف والفم

9- يراقب المصاب بعد التنفس الصناعي لمدة ساعة علي الأقل .

شكل (1- 7 أ, ب , ج) يوضح خطوات وكيفية اجراءعملية التنفس الصناعى .



أ - إمالة الرأس إلي الخلف لتفتيح مسارات دخول الهواء إلى رئتية



ب - فتح الفم لاخراج مابداخلة من أسنان صناعية أو قيء أوخلافة



ج ـ أخذ شهيق ونفخه في فم المصاب (قبلة الحياة) .

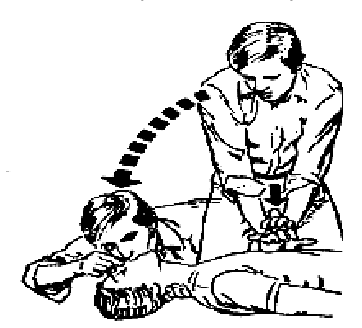
شكل (1- 7 أ, ب , ج) يوضح خطوات وكيفية اجراءعملية التنفس الصناعى

التدليك الخارجي للقلب : تتطلب عملية تدليك القلب فهما دقيقا , وتدريبا عمليا حتي تؤدى بدقة صحيحة ولاينتج **عنها** مضاعفات قد تسبب كسر فى ضلوع المصاب وتتم العملية كما يلى :

1. لعمل تدليك خارجي للقلب يجب أن يكون المصاب ممد علي ظهره فوق أرض صلبة .
2. يقوم المسعف بتحسس صدر المصاب حتى يحدد الطرف السفلي من القفص الصدري وضع أحد أصابع اليد اليسرى علية .
3. ضع نهاية راحة اليد اليمني علي الثلث الأسفل من نهاية القفص الصدرى وضع اليد اليسرى على اليد اليمنى .
4. اضغط لاسفل بسرعة لاتقل عن مرة في الثانية ويكون الضغط بكلتا اليدين حتى ينخفض لمسافة من 2 : 5 سم علي أن يكون الضغط بقوة وزن الجسم ويتحقق ذلك عند ابقاء الزراعين مستقمين ولايكونا مثنيين من عند الكوع ثم ارفع ثقلك من علي المصاب مع ابقاء يدك علي صدر المصاب وكرر العملية بصفة منتظمة ـ اضغط ثم ارفع الضغط وهكذا مع ملاحظة أنك تقوم بعمل القلب فى دفع الدم الي جسم المصاب .
5. يراعى أن يستمر النفخ فى فم المصاب خلال عملية التدليك بمعدل نفس واحد كل خمس ضغطات خارجية شكل (1- 8) .

ملحوظة :

1. يجب تجنب التأخير في إسعاف إصابة مثل النزيف أو الكسر .
2. نقل المصاب لأقرب مستشفى بعد استرداد وعيه مباشرة .



شكل (1- 8) تدليك خارجي للقلب مع استمرار النفخ في فم المصاب (التنفس الصناعي) .

الباب الثاني

التدريب علي استخدام العدد والأجهزة الميكانيكية والكهربية

1-2 شرح مبسط للعدد والأدوات وأجهزة القياس الميكانيكية والكهربية :-

المقدمة :

في ظل التطور العلمي السريع والمتلاحق في جميع المجالات وخاصة مجال الكهرباء و الألكترونيات يجب إعداد كوادر فنية مدربة وإكسابها المهارات الفنية اليدوية اللازمة لعمليات الصيانة والإصلاح للأجهزة المستخدمة عن التدريب علي استخدام العدد والأدوات المناسبة بطرق سهلة وآمنة دون التعرض للاخطار أو إتلاف المعدات .

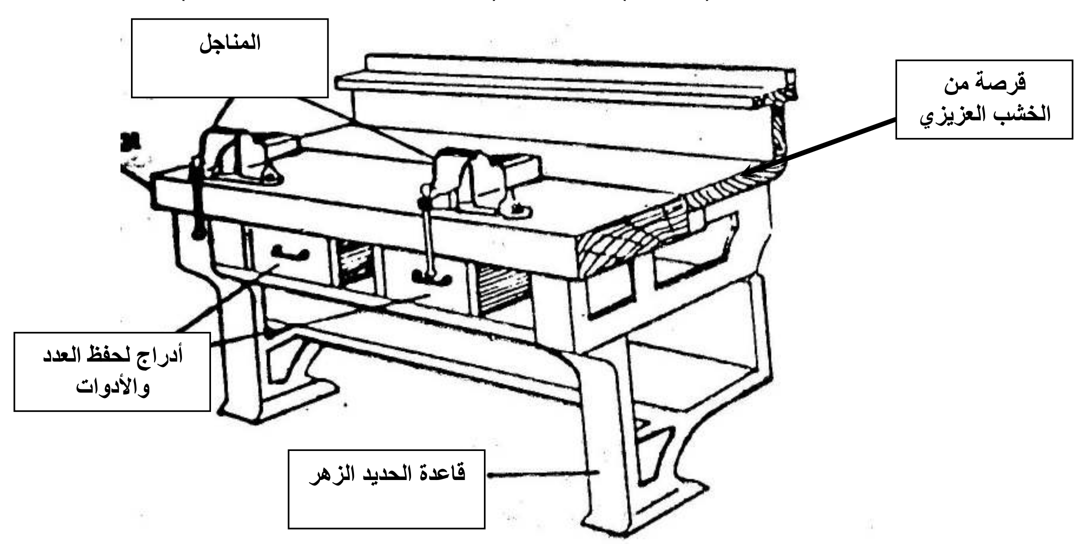
2- 1 - 1 - المعدات الميكانيكية

تحتاج الأعمال الكهربية و الإلكترونية الي عدد يدوية ميكانيكية وعدد يدوية كهربية وذلك لما تحتاجه هذه الأعمال من عمليات برادة ، سمكرة ، ولحام ، وتجليخ .....الخ , ومن هذه المعدات و العدد :

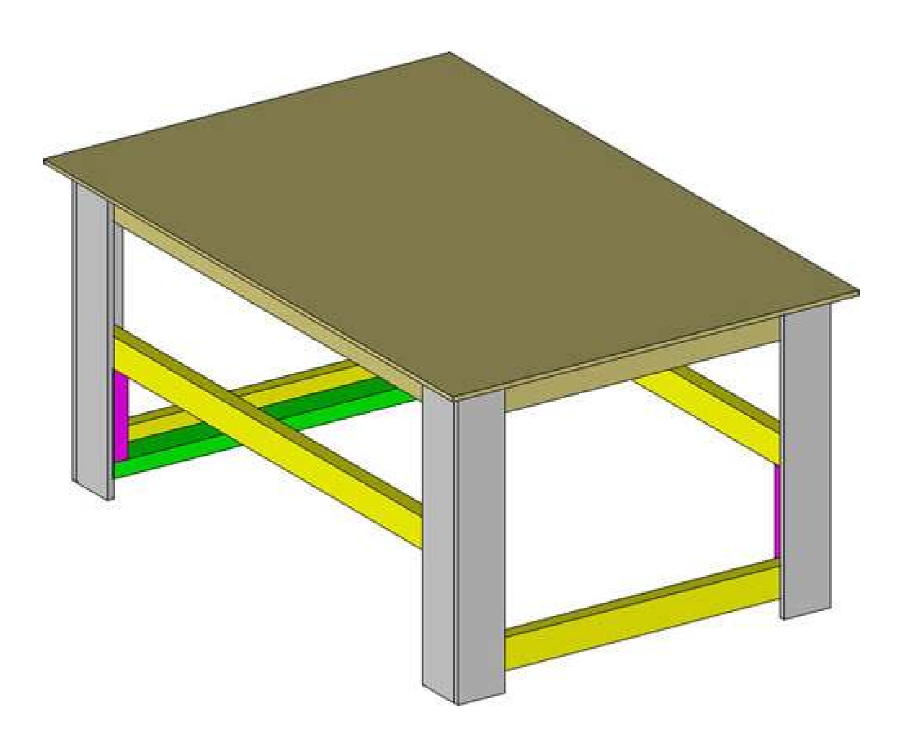
2 - 1 – 1 – 1 - التزجه (بنك الشغل) :

تتركب التزجه من قرصة من الخشب العزيزي محملة علي قاعدة من الحديد الزهر ومثبتة عليها بمسامير غاطسة ، والقاعدة بها أدراج تستخدم لحفظ العدد اليدوية الصغيرة والتي يحتاج اليها الفني أثناء إجراء العمليات الصناعية .

ويجب أن تكون التزجه متينة الصنع أبعادها مناسبة (الطول – العرض – الأرتفاع) لكي يتم إنجاز العمل بسهولة ويسر .ويجب أن تكون التزجه نظيفة بصفة دائمة وخالية من أى من بقايا العمليات الصناعية السابقة . و التزجه يوجدمنها أنواع كثيرة ومتنوعة لتتناسب مع الغرض المستخدمة لأجلة ، وشكل (2-1) يبين التزجه المستخدمة في ورش الكهرباءلأعمال البرادة وشكل (2 – 2) بنك الشغل (للأعمال الكهربية والإلكترونية) .



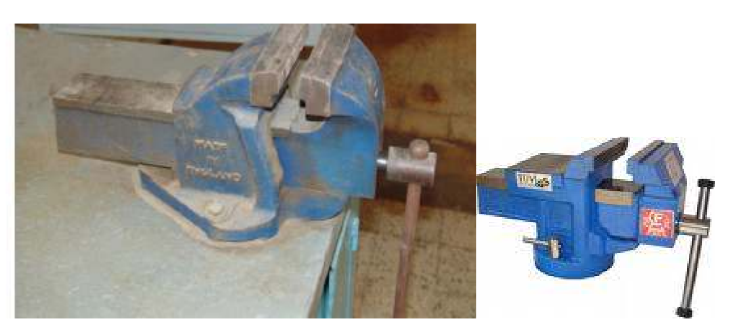
شكل (2- 1) التزجه المستخدمة في ورش الكهرباء



شكل (2- 2) بنك الشغل (للأعمال الكهربية والإلكترونية)

2 - 1 – 1 – 2 - المنجلة :

وهي وسيلة تستخدم لتثبيت المشغولات لسهولة إجراء العمليات الصناعية عليها . وتتركب من فك ثابت وفك متحرك ، الفك الثابت يثبت في التزجه والفك المتحرك يتحرك بواسطة يد متصلة بعامود مقلوظ يسمى الفتيل يتحرك داخل جشمة ثابتة في الفك الثابت . تصنع المنجلة من الحديد الزهر وشكل (2-3) يبين نوعين من أنواع المناجل



شكل (2 - 3) نوعين من المناجل

2 - 1 – 1 – 3 - المثاقيب :

تستخدم المثاقيب لثقب المشغولات ولها عدة أنواع نذكر منها :-

2 - 1 – 1 – 3 – 1- مثقاب التزجه :

ويتركب من محرك كهربي يدير عامود رأسى يحمل في نهايته ظرف لتثبيت أداة الثقب (البنط) ، ويد لرفع وخفض عامود الادارة وقاعدة من الظهر وصنية توضع عليها المشغولات ومجموعة طنابير ذات أقطار مختلفة لنقل الحركة من طنبور المحرك إلي طنبور العامود للتحكم في سرعة اداة الثقب ؛ أي بنقل السير من طنبور إلي آخر يمكن الحصول علي سرعات مختلفة تناسب العمل . وعادة تزود قاعدة ماكينة الثقب بمنجلة خاصة لتثبيت المشغولات المراد ثقبها .

شكل (2-4) يبين أحد أنواع مثاقيب التزجه .



شكل (2-4) مثقاب التزجه

2- 1 – 1 – 3 – 2- المثقاب اليدوى البسيط : " الشنيور اليدوى "

وهو مثقاب يدوى يدار باليد بواسطة يد إدارة ويستخدم في المشغولات البسيطة والتي لا تحتاج إلي دقة عالية ؛ ولا يمكن إستخدامه إلا في المواد اللينة مثل الأخشاب والفبر والالمنيوم ......الخ

وشكل (2-5) يبين نوعين من الشنيور اليدوى .



شكل (2-5) نوعين من الشنيور اليدوى

2 - 1 – 1 – 3 – 3- المثقاب اليدوى ذو المحرك الكهربي : " الشنيور الكهربى "

وهو مثقاب يدوى متحرك يدار لكهربي وله ظرف يتراوح بين 1مم إلي 13مم وقد يصل في بعض الاحيان الي 20مم . ويوجد منه أنواع ذات قدرات مختلفة (تتراوح من 350 وات إلي 1500 وات أو أكثر) . والشنيور الكهربى إما أن يكون سرعة واحدة أو سرعتين أو عدة سرعات ، وإتجاه واحد أو إتجاهين . تغيير الأتجاة والسرعات إما أن يكون ميكانيكيا (بواسطة تروس نقل الحركة) أو ألكترونيا .

كما يوجد منه النوع العادى الذي يستخدم في أعمال ثقب المعادن والنوع الدقاق الذى يستخدم في أعمال ثقب الخراسانة بالإضافة إلي أعمال ثقب المعادن (عادة / دقاق) .

شكل (2-6) يبن أحد أنواع الشنيور الكهربى " عادة ودقاق " .



شكل (2-6) الشنيور الكهربى

2 - 1 – 1 – 3 – 4- أدوات الثقب : " البنط "

البنطة اداة تركب في اجهزة الثقب ليتم عمل الثقوب بها ؛ وتعرف البنطة بقطرها ودرجة صلادتها والغرض المستخدمة من أجله .

اهم ما تتميز به البنطة بأنواعها هي قنواتها الملتوية والتي صممت بحيث يسهل خروج العوادم المزالة من التشغيل " الرايش " من خلالها ، وهذه القنوات في العادة حلزونية يمينية وبحد قاطع في مقدمتها . تبلغ زاوية الحد القاطع في الأحوال العادية 118 [5] للجانبين وزاوية خلوص المقدمة 12 [5].

من الضرورى سن البنط كلما احتاج الأمر لذلك لإحياء حد القطع مع المحافظة على حدى القطع والطول بالنسبة لهما ثابت وذلك لكي تكون كمية القطع ثابتة بالنسبة للحدين من المعدن المشغل ويستخدم ضبعة لضبط حدى القطع لأتمام عملية السن بالوجه السليم . وشكل (2-7) يبين أنواع مختلفة من البنط .

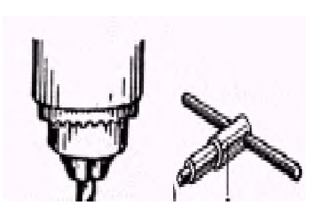



شكل (2-7) يبين أنواع مختلفة من البنط

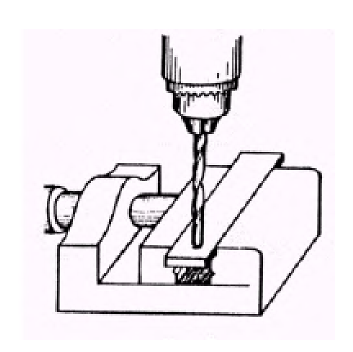
2 - 1 – 1 – 3 – 5- عملية الثقب :

تتم عملية الثقب بتفريغ فتحات اسطوانية باستخدام المثقاب والبنط ، ولابد من أن تثبت الشغلة أثناء ثقبها بواسطة منجلة المثقاب ، ويجب مراعاة الآتي أثناء عملية الثقب :

1- تزنيب مكان الثقب بالزنبة ليكون دليلا للبنطة .
2- يراعى تثبيت البنطة في ظرف المثقاب جيداً بواسطة مفتاح الظرف شكل (2 - 8 أ)
3- تثبيت الشغلة جيداً على منجلة المثقاب شكل (2 - 8 ب)
4- تبريد البنطة أثناء اجراء عملية الثقب بسائل تبريد مناسب.
5- يجب اختبار زاوية سن البنطة من آن لآخر.



شكل (2 - 8 أ) تثبيت البنطة في المثقاب بواسطة مفتاح الظرف



شكل (2 - 8 ب) تثبيت الشغلة علي منجلة مثقاب

2 – 1 - 4 – ماكينة حجر الجلخ :

يستخدم حجر الجلخ في سن العدد مثل الأجنة والبنط وقلم الأجنة ، ويتركب من محرك كهربى يركب علي محوره من نهايتيه حجري جلخ أحدهما خشن والآخر ناعم ، وتزود ماكينة حجر الجلخ بحواجز زجاجية شفافة لحماية العامل من تطاير الريش الملتهب . شكل (2-9) يبين أحد أنواع ماكينة حجر الجلخ .



. شكل (2-9) ماكينة حجر الجلخ

2 – 1 - 5 – العدد اليدوية المستخدمة في ورش التخصصات الكهربية :

2 – 1 - 5 – 1 - عدد البرادة :

1 - المبارد : هي عدد يدوية الغرض منها تقليل سمك المشغولات وتسويتها ويستعاض عنها بالماكينات الحديثة وظيفة المبرد الأساسية هى تقليل أبعاد الشغلة حسب الحاجة بنزع جزء من معدن الشغلة علي شكل رايش او برادة وتعتمد عملية البرد علي القوة العضلية للإنسان وتصنع المبارد من الصلب الكرومى الصلد المقسى ويحز بة أسنان والتى تكون بمثابة أجنات صغيرة وتصنف المبارد تبعا (للشكل الخارجي للمبرد ـ شكل الأسنان) الجدول (2 – 1) يبين استخدام المبارد تبعاً لشكل الحدود القاطعة (الأسنان)

.

الجدول رقم (2 – 1) يوضح استخدام المبارد تبعا لشكل الحدود القاطعة (الأسنان)

م	التصنيف	شكل حدود القطع (الأسنان)	الاستخدام
1	مبرد بأسنان مفردة القطع مستقيمة		للمعادن الطرية مثل القصدير والرصاص
2	مبرد بأسنان مفردة القطع مائلة		النحاس ـ الزنك
3	مبرد بأسنان محببة (أسنان بشر) خشابي		الخشب ـ الجلد ـ والمواد اللدنة
4	مبرد بأسنان مزدوجة القطع مائلة		الصلب والمواد المسبوكة
5	مبرد بأسنان قطع مقوسة ذات خدوش		الألمنيوم الصلد ـ والورق الصلد ـ المواد المضغوطة
6	مبرد بأسنان مقوسة مائلة		المعادن الخفيفة ـ البلاستيك ـ اللدائن

2 – 1 - 5 – 2 - أنواع المبارد :

تنقسم المبارد من حيث الشكل والاستخدام الي :

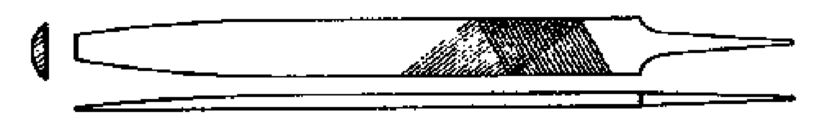
1- المبرد المبطط :

يستخدم المبرد المبطط في تسوية الأسطح المستوية وهو ذو مقطع مستطيل .



2- المبرد نصف دائرة :

يستخدم في برد المنحنيات وعمل الأقواس .



3- المبرد المربع :

قطاعه مربع الشكل ومسلوبا من الأمام ويستخدم في برد الفتحات المربعة أو المستطيلة .

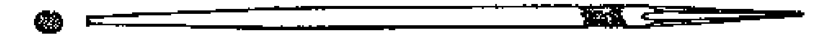


4- المبرد المثلث :

قطاعة مثلث وهو يستخدم ليبرد الأسطح التي تصنع مع بعضها زوايا غير قائمة وفي برد المشقبيات المثلثة الشكل .

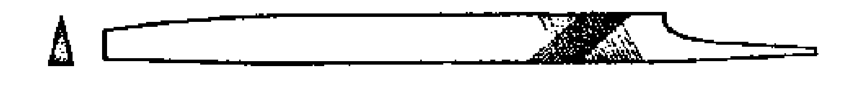
4- المبرد الملفوف : " زيل الفار "

قطاعه دائرى ويستخدم في تشكيل الفتحات الدائرية وتوسيع الثقوب .



5- المبرد السكينة :

يستخدم في عمل المشقبيات والفتحات الضيقة .

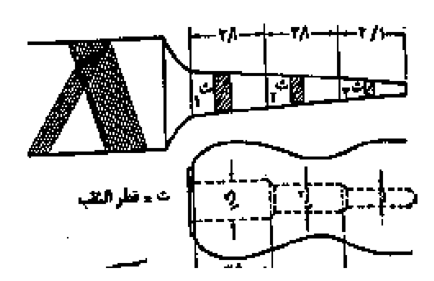


وتوجد المبارد بمقاسات مختلفة تبدأمن 4ً وحتى 14ً ومنه الناعم والنصف خشن والخشن ، كما توجد انواع تسمى المبارد الساعاتي وهي مبارد صغيرة الحجم شكل (2- 10).

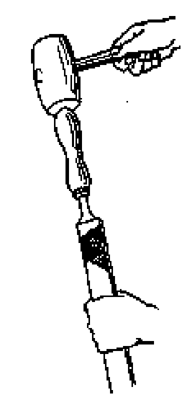


شكل (2- 10) بعض أنواع من المبارد (طاقم مبرد ساعاتي)

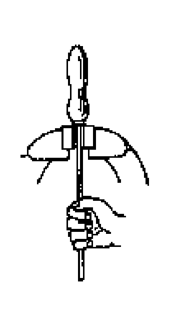
ولاستخدام المبارد بصورة آمنة يجب تركيب يد من الخشب الأملس أو البلاستيك (وهو مايعرف بالنصاب) بالطرف المدبب من المبرد (السيلان) مع الحرص فى طريقة تركيبة شكل (2- 11 أ , ب)

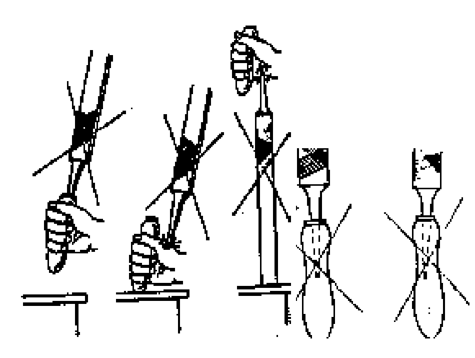


شكل (2- 11أ) مقبض المبرد(النصاب) يثقب بشكل متدرج



تركب مقبض المبرد(النصاب)

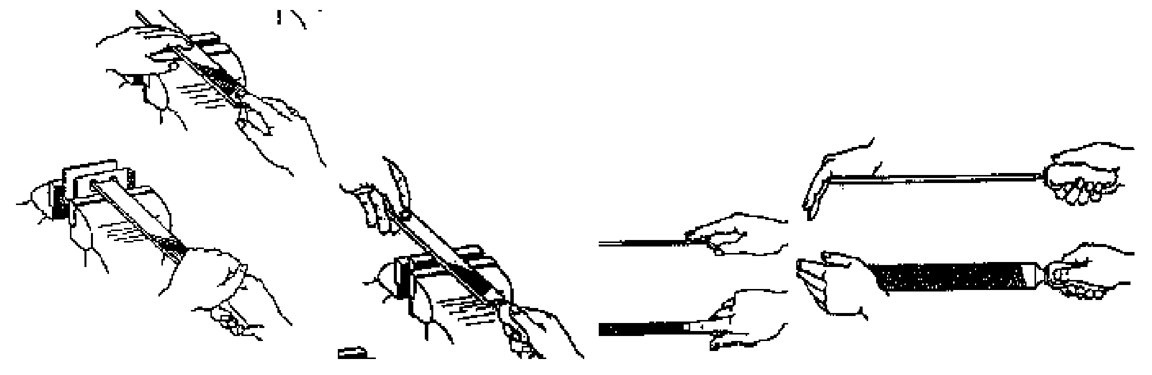




شكل (2- 11 ب)

الخطأ في تركيب النصاب يؤدي للحوادث   طريقة خلع النصاب بالطريقةالصحيحة

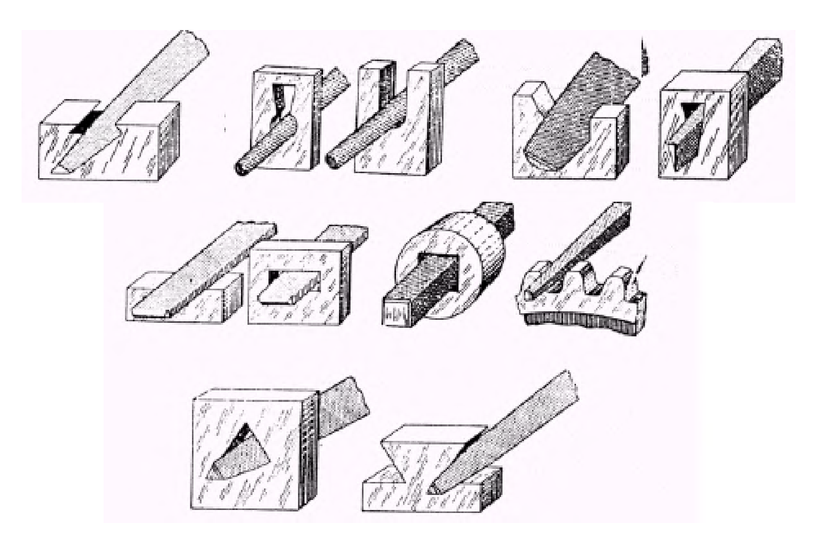
ولاستخدام المبرد لابد أن يمسك بطريقة صحيحة وهي أن يمسك المقبض باليد اليمني بحيث تكون نهاية المقبض في راحة اليد وأصبع الإبهام علي النصاب من أعلي ويسند طرف المبرد باليد اليسري وفي بعض الحالات يمكن مسك المبرد بكلتا اليدين واذا كان المبرد صغير الحجم يمكن مسك المبرد بيد واحدة كما بالشكل (2 – 11ج) .



شكل (2- 11 ج) يبين كيفية مسك المبرد واستخدامة فى عملية البرد بالطريقة الصحيحة.

2 – 1 - 5 – 3 - الطريقة الصحيحة في استخدام المبارد

1-اختر دائما المبرد ذو النوع والحجم المناسب للشغلة و قم بتركيب مقبض المبرد (النصاب) شكل (2- 12).

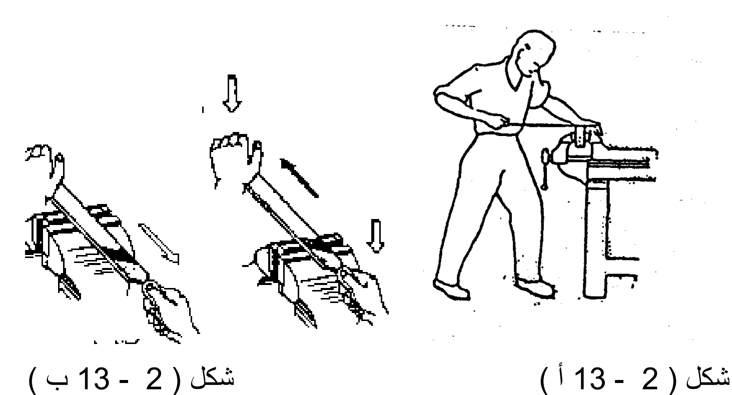


شكل (2 – 12) يوضح الإستخدامات المختلفة للمبارد حسب الشكل الخاجي لكل مبرد

2- الوقوف الصحيح أمام المنجلة في الوضع الذى يمكن اجراء عملية البرد بسهولة ودون مجهود اضافي وذلك بوضع القدم اليسري في الأمام بزاوية 30 5 مع محور المنجلة والقدم اليمني في الخلف بزاوية 45 5 مع القدم اليسري شكل (2 – 13 أ) .

3- كن متأكداً دائماً من أن الشغلة المراد برد أجزاء منها مثبتة جيدا علي المنجلة .

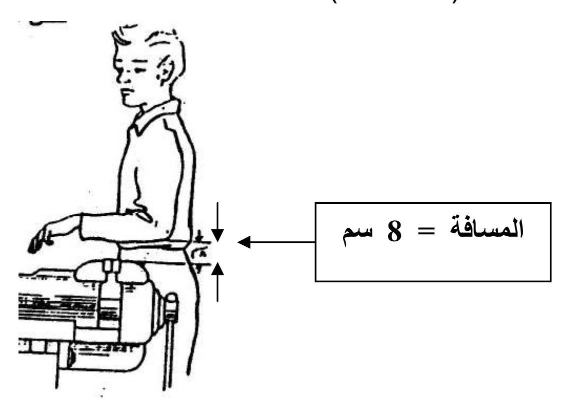
4- يمسك مقبض المبرد بالطيقة الصحيحة باليد اليمني ويتم الضغط باليد اليسري علي مقدمة المبرد ضغطا متزايدا أثناء حركة دفع المبرد إلي الأمام ثم يخفف الضغط أثناء حركة السحب إلي الخلف ويجب أن تستمر عملية البرادة في اتجاه واحد حتي تظهر أثار عملية البرادة علي السطح كلة ثم يتم تغير الإتجاة حتي يتم الوصول إلي الشكل المطلوب ويتم تغير حجم المبرد ونوع الأسنان وطريقة مسكة حسب متطلبات العمل بالشغله شكل (2 – 13 ب) .



شكل (2 - 13 أ)　　　شكل (2 - 13 ب)

شكل (2 - 13 أ,ب) يبين الوضع الصحيح للوقوف أمام المنجلة وطريقة البرد الصحيحة

5. لا تستخدم المبرد مطلقاً كمفك أو كآداة رفع أو طرق .
6. في برد المعادن اللينة نظف أسنان المبرد باستمرار حتى لاتمتلئ الفراغات بين أسنان المبرد بذرات المعدن.
7. الحرص علي الوضع الصحيح أثناء عملية البرد وأن تكون المنجلة في الارتفاع المناسب للطالب حتى لاتعوقة أثناء العمل شكل (2 - 14)



شكل (2 - 14) يبين المسافة بين المرفق وسطح المنجلة

وللمحافظة علي المبارد وصيانتها (تنظف أسنان المبرد بعد الاستعمال بواسطة فرشة خاصة من السلك ـ يلف المبرد ويحفظ في مكان جاف للوقاية من الصدأ ولحماية المبارد من التعرض للكسر تجنب سقوطها علي الأرض أو الطرق عليها أوبها

2 – 1 – 6 - عدد القياس والضبط والشنكرة :

تعريف القياس :

القياس هو تحديد كمية فيزيقية مثل الطول أو الزمن أو الكتلة أو درجة الحرارة أو شدة التيار الكهربى أو الزاوية وذلك بواسطة جهاز قياس ، ويمكن تعريف القياس بأنه عملية مقارنة القيمة المطلوب قياسها بوحدة متفق عليها مثل (المتر وأجزاؤه)

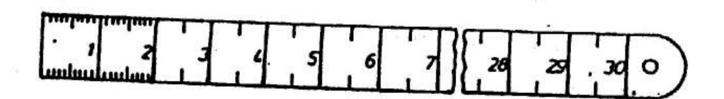
أهمية دراسة أدوات القياس للمهن الهندسية :

1- حسن استخدامها مما يؤدى إلى جودة ودقة الإنتاج .
2- توفير الوقت اللازم لإجراء عملية القياس .
3- ادخال بعض التعديلات لتطويرها نتيجة معرفة نظرية عملها .
4- وضع أسس دقيقة لعملية الإنتاج فى مختلف الصناعات تجنباً لما يحدث من أخطاء فى إنتاج المشغولات .

ومن أدوات القياس :

2 – 1 – 6 - 1 - القدم الصلب (مسطرة القياس) :

هي مسطرة من الصلب الذى لا يصدأ يبلغ طوله 300 مم أو 1000 مم . وهى مقسمة إلي ملليمترات وسنتيمترات . لكي يكون المقاس دقيقاً يجب النظر الي المسطرة في الاتجاه العمودى عليها . شكل (2-15) يوضح أحد المساطر الصلب .



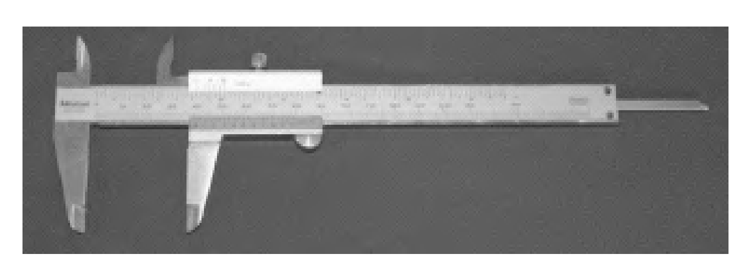
. شكل (2- 15) يوضح أحد المساطر الصلب

2 – 1 – 6 - 2 - القدمه ذات الورنية " البو كليز " :

تمتاز القدمه ذات الورنية عن القدم الصلب فى عملية القياس بأنه يمكن عن طريقها الحصول على دقة تصل الى 10/1 ، 20/1 ، 1/ 50 من المليمتر ، وهذه الدقة لا يمكن الحصول عليها من القدم الصلب إذ أن دقة القدم الصلب لا تتعدى نصف الملليمتر . ومن أنواع القدمه :

2 – 1 – 6 - 2 - 1 - القدمه ذات الورنية لقياس الأبعاد الداخلية والخارجية والأعماق :

القدمه ذات الورنية عبارة عن جهاز قياس دقيق مكون من ساق من الصلب الذي لايصدأ ينتهي بفك ثابت مقسم إلي سنتيمترات وأجزائها من جهة وإلي بوصات وأجزائها من الجهة الأخرى يتحرك علي سطح هذا الساق الفك المتحرك ذو ورنية وهي بمثابة مسطرة متحركة عليها تدريج . الورنية عبارة عن 9مم مقسم إلي 10 أجزاء تبدأ بقراءة من الصفر وتنتهي بالجزء (10) أي أن الفرق بين كل جزء من أجزاء مسطرة الفك الثابت والورنية يساوى 1/10 ولذلك هذه القدمه تقرأ بدقة 0.1 مم وتستخدم لقياس الأبعاد الداخلية والخارجية والأعماق كما توجد أنواع تستخدم ورنية بدقة تصل إلي (0.1 أو 0.05 أو 0.001 مم) شكل (2 – 16أ , ب) يوضح أحد أنواعها ومثال لقراءة البعد عليها .

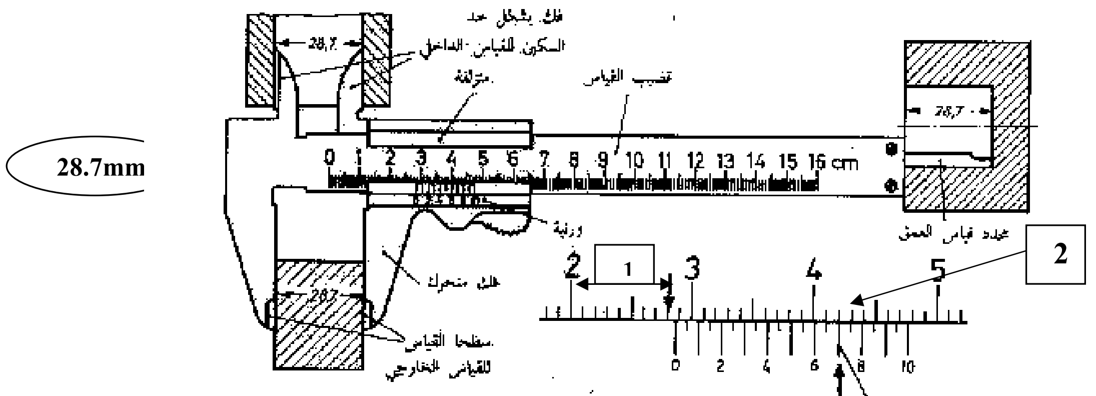


شكل (2- 16أ)

2 – 1 – 6 - 2 - 2 - لقراءة طول ما على القدمه السابقة تتبع الخطوات الآتية :

1- يقرأ العدد الصحيح من أقسام المسطرة الموجودة شمال صفر الورنية (وكذا الملليمترات الكاملة) .
2- يلاحظ خط تدريج المسطرة وخط تدريج الورنية المنطبقين وفي حالة عدم الأنطباق ننظر إلى أقرب خط من خطوط الورنية ينطبق على أحد خطوط المسطرة

<u>مثال</u>: لقراءة البعد بالشكل (2- 16 ب) يقرأ عددالمليمترات الكاملة الموجودة علي التدريج الرئيسي علي يسار خط صفر الورنية المسافة (1) = 28mm أعشار المليمترات فهي عند تطابق أحد خطوط أقسام الورنية مع خط من خطوط التدريج الرئيسي المسافة (2) وهو في هذا المثال = 7 أقسام آي = 0.7mm
اذن القراءة = المسافة (1) + المسافة (2) = 28+0.7= 28.7mm (2-17) يوضح هذا المثال .



وشكل (2- 16 ب) يوضح القدمه ذات الورنية و طريقة استعمال القدمه في قياس الأبعاد الداخلية والخارجية الأعماق.

<u>2 – 1 – 6 - 2 - 3 - دقة القدمه وضبطها :-</u>

يجب مراعاة النقاط الآتية للمحافظة على دقة القدمه والقياس السليم :-

1- يجب وضع القدمه في جرابها بعد القياس مباشرة لحمايتها من الصدأ .

2- يجب معايرة واختبار القدمه خلال فترات معينة لضبطها أو استبعاد التالف منها .

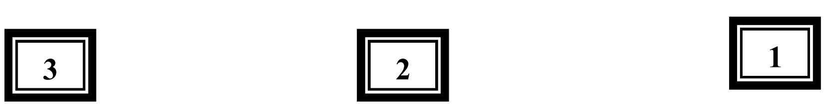
3- تحفظ بعيدا عن مصادر الحرارة حتى لاتتأ ثر درجة دقتها .

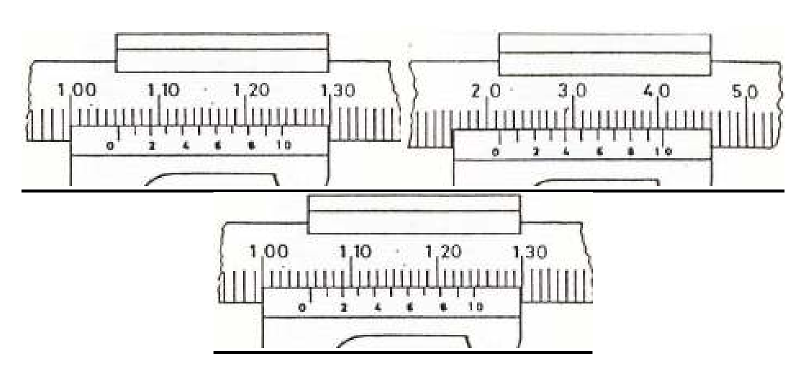
4- لاتستخدم القدمه في القياس أثناء حركة أو دوران المشغولة .

5- يجب عدم تعرض القدمه للصدمات .

6- يجب قبل بدء عملية القياس التأكد من انطباق صفر الورنية على صفر المسطرة وذلك في حالة انطباق الفكين .

<u>تدريب : سجل القراءات التالية :</u>





2 – 1 – 6 – 3 - الميكرومتر :

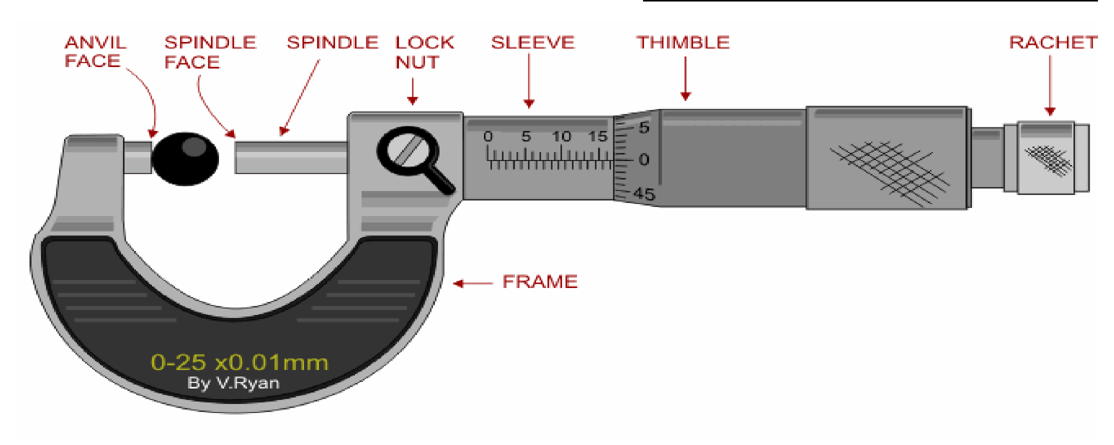
يعتبرالميكرومتر من أدوات القياس آلتي تسبق القدمه في درجة القياس (درجة دقة أعلى) وسهولة ووضوح القراءة به ،ويجب ملاحظة أن استعمال أجهزة القياس الدقيقة يتطلب عناية فائقة ، كما أن تقدير القياس يعتمد بدرجة كبيرة على دقة وحساسية الشخص الذي يقوم بالقياس .

ويستخدم الميكرومتر في قياس أقطار الأسلاك وأقطار الأسطوانات الملفوفة وسمك الألواح . شكل (2-17) يبين أحد أنواع الميكرومترات .



شكل (2-17) أحد أنواع الميكرومترات

2 – 1 – 6 – 3 – 1 - تركيب الميكرومتر :



شكل (2 – 18) يوضح أجزاء الميكرو ميتر

يتركب الميكرومتر كما بالشكل (2 – 18) من :

1.الهيكل :-Frame

وهو مصنوع من الصلب المقسى على شكل نصف دائرة أو شكل حرف U ، أحد طرفيه يحمل قاعدة ارتكاز (1) والطرف الآخر يحمل رأس الميكرومتر ويمر منه العمود (2) ، ويكتب على أحد أوجه الهيكل المدى الذي يقرأ فيه الميكرومتر (من صفر الى 25 مم مثلاً) آي أدنى وأقصى بعد يمكن أن يقيسه الميكرومتر .

2.قاعدة الارتكاز (الفك الثابت):Anvil Face

تصنع طرفها من الكربيد السيمنتى الملصق على طرفها لتقليل التأكل حيث سيرتكز على سطحها الجسم المطلوب قياسه ويكون محصورا بينها وبين نهاية العمود حيث المسافة بينهما هى البعد المقاس .

3. عمود القياس :Spindle

يمر من داخل الهيكل من أحد نهايتيه في وضع مقابل لقاعدة الارتكاز وله نفس الصلابة والنعومة أما النهاية الأخرى للعمود فتتصل بالجزء الثابت من رأس الميكرومتر عن طريق قلاووظ مصنوع بدرجة عالية من الدقة ومجلخ وناعم ، وتعتمد دقة الميكرومتر إلى درجة كبيرة على دقة هذا القلاووظ .

4. الاسطوانة المدرجة : Sleeve

هي جزء ثابت من رأس الميكرومتر ومثبتة مع الهيكل وبها ثقب مقلوظ بطولها للقياس وعليه تقسيم يختلف باختلاف ذو دقة عالية ليوافق قلاووظ العامود الذي يمر داخل الاسطوانة ، على سطح الاسطوانة الخارجى يوجد الخط الأساسى الميكرومتر .

5 - الجلبة ذات الشطف المدرج (جلبة القياس) : Thimble هى الجزء المتحرك من رأس الميكرومتر وتغطى جسم الاسطوانة المدرجة ومتصل بها العامود إتصالاً ثابتاً من الداخل بحيث إذا تحركت الجلبة تحرك العامود معها بنفس الحركة وطرف الجلبة مخروطى الشكل ومقسم تبعاً لدرجة دقة الميكرومتر.

2 – 1 – 6 – 3 – 2 - طريقة الأستعمال الصحيح للميكرومتر :

1- يضبط الميكرومتر على مسافة أكبر من البعد المراد قياسه .

2- توضع الشغلة المراد قياسها بين فكى الميكرومتر بحيث ترتكز علي الفك الثابت ثم تدار الجلبة حتى يحدث التلامس المرغوب دون ضغط زائد (عندما تقترب الساق من سطح الجسم أجعل الحركة بطيئة بحرص شديد أو أدر الأسطوانة عن طريق السقاطة إن وجدت) .

3- تثبت القراءة عن طريق سقاطة التوقيف Lock Nut ثم سجل القراءة .

2 – 1 – 6 – 3 – 3 - الخطوات الواجب إتباعها لقراءة الميكرومتر :

1- يجب غلق الميكرومتر أولا للتأكد من أن صفر شطف الجلبة المقسم ينطبق تماماً على صفر الأسطوانة .

2- بعد أخذ المقاس تعد المليمترات الصحيحة الظاهرة على سطح الأسطوانة بأعلى الخط الأساسى حتى شطف الجلبة المقسم وتكتب في خانة المليمترات .

3- إذا كان شطف الجلبة المقسم قد تعدى التقسيم الدال على أنصاف المليمترات تحت الخط الأساسى والواقع بعد تقسيم المليمتر الصحيح فنسجل قراءة 0,05مم .

4- تعد الأقسام الموجودة على شطف الجلبة وكل منها 0,01 مم (فى حالة الميكرومترات التى تقرأ 0,01 وتضاف للقراءة الموجودة على الأسطوانة) .

<u>2 – 1 – 6 – 3 – 4 - مثال لقراءة الميكرومتر :</u>

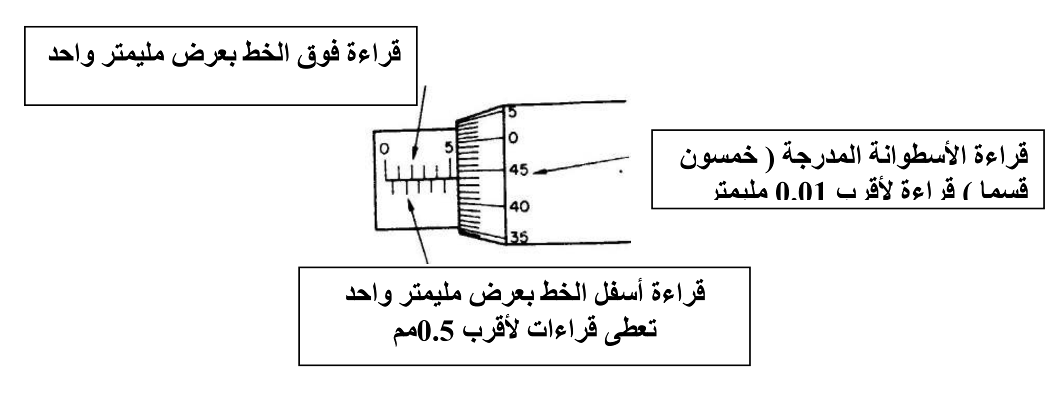
شكل (2-19) يوضح مثال لقراءة ميكرومتر يقرأ بدقة 0,01 مم وخطوته نصف مم .

1- قراءة التدريج الثابت فوق الخط = 5 مم .

2- قراءة التدريج الثابت أسفل الخط = 0.00مم

3- قراءة الأسطوانة المدرجة = 44 قسم = 0.44مم

قراءة الميكروميتر = 5.44 مم



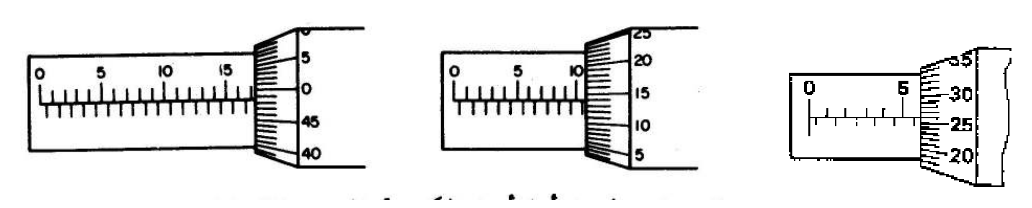
شكل (2- 19) طريقة قراءة القياس بالميكرومتر

<u>تدريب : سجل القراءات التالية :</u>



2

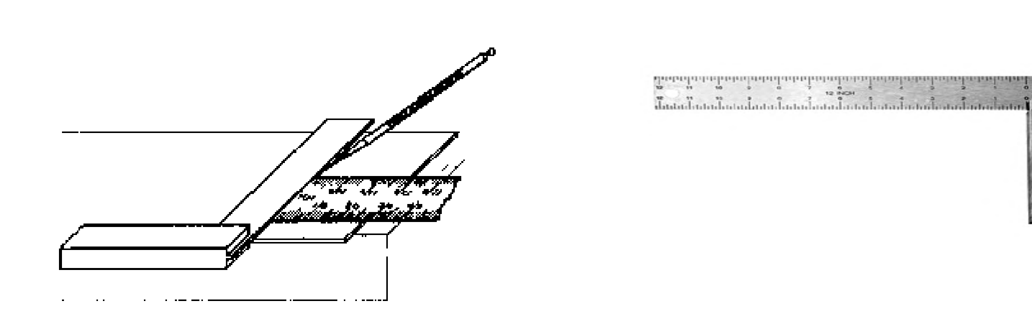
3



2 – 1 – 6 – 4 – الزاوية القائمة :

تتكون من جناحين من الصلب المتوسط الصلادة مختلفين فى الطول والسمك ومقطعهما مستطيل وأوجهها وجوانبها مستعدلة تماماً ومقساة وتستخدم في ضبط الأسطح المتعامدة ورأس الخطوط المتعامدة ومنها المدرج وغير المدرج .

شكل (2-20 أ , ب) يبين أحد أنواع الزاوية القائمة واستخدامها في القياس والشنكار .



شكل (2-20 أ) أحد أنواع الزاوية القائمة   شكل (2-20 ب) استخدام الزاوية فى القياس و الشنكار

2 – 1 – 6 – 5 – البراجل :

تستخدم البراجل لنقل الأبعاد ورسم الدوائر وقياس الأقطار الخارجية والداخلية و السمك ، كما تستخدم في عمليات الشنكرة ، ويوجد منها أنواع كثيرة نذكر منها الأتى :

2 – 1 – 6 - 5 – 1 - البرجل العدل :

يستعمل في رسم الدوائر والأقواس وهو عبارة عن جناحين مدببى الطرف ونهاتيهما الأخرى مثبتة ببعضهما بمسمار يسمح لهما بالانفراج والاقتراب عن بعضهما .

2 – 1 – 6 - 5 – 2 - البرجل ذو الشوكة :

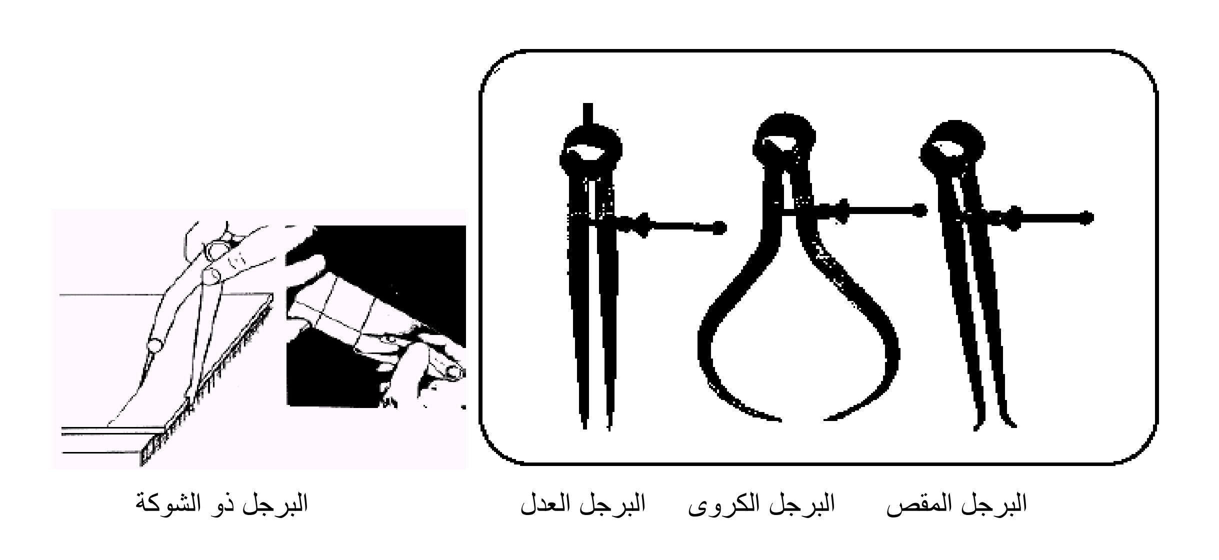
يستعمل لرسم المستقيمات المتوازية للحفات المستقيمة وعند استخدامة وعند استخدامه يحرك البرجل بحيث تكون ساقة ذات الطرف المثنى في ملامسة مع السطح بينما الساق الأخرى ذات السن المدبب ترسم الخط أو القوس المطلوب

2 – 1 – 6 - 5 –3 - البرجل المقص :

وهو عبارة عن جناحين تثنى نهايتهما إلى الخارج ويستعمل فى قياس الأقطار الداخلية .

2 – 1 – 6 - 5 – 4 - البرجل الكروى :

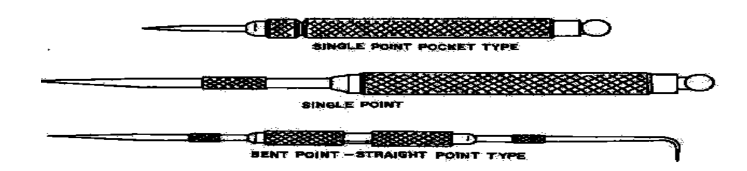
يستخدم في قياس أقطار الأعمدة والأبعاد الخارجية ويتكون من جناحين من الصلب .
شكل (2- 21) تبين بعض أنواع من البراجل .



شكل (2- 21) تبين بعض أنواع من البراجل .

2 – 1 – 6 - 6- شوكة العلام :

هى قضيب من الصلب نهايتاة مدببتان ومقستان لدرجة عالية من الصلادة وتستخدم في رسم خطوط على القطع المراد تشكيلها وتكون أحد نهايتى الشوكة منحنية عادة على هيئة زاوية قائمة لتسهيل بعض عمليات الشنكرة
شكل (2-22) يبين شوكة علام .



. شكل (2-22) ثلاثة أنواع من شوكة العلام

2 – 1 – 7 - 7 - زنبة العلام :

تصنع من الصلب على شكل مضلع منتظم أو مستديره ليسهل مسكها جيداً وطرفها المدبب على شكل مخروطى مقسى لدرجة الصلادة وتستخدم لتحديد الخطوط بعدد من النقط وتعتبر هذه العملية تأكيد لخطوط الشنكرة وحفظها من التلاشى باعتبارها جزءاً هاما لا ينفصل عن الشنكرة ذاتها .

وتوضع الزنبة بدقة على خط الشنكرة أو ملامس له من الخارج ويطرق رأسها طرقاً خفيفاً برأس الجاكوش. وشكل (2- 22) يبين مجموعة من زنبة العلام المختلفة .



شكل (2 – 23) مجموعة من زنبة العلام المختلفة

2 – 1 – 7 - عدد وأجهزة الطرق والقطع والنشر والثقب والقلوظة :

2 – 1 – 7 - 1 - عدد الطرق:

إن عملية الطرق والأستعدال من العمليات المساعدة في أعمال البرادة اليدوية ، وهى عملية استعدال لأسطح المعادن الطرية الرقيقة بعد عملية البرد أو التأجين ، و عدد الطرق والاستعدال مختلفة الأنواع والأوزان و المقاسات لتناسب الأعمال المختلفة منها :

2 – 1 – 7 - 2 - جاكوش البراد (ببيضة) ويصنع من الصلب ينتهي أحد طرفية بنصف كرة ناعمة السطح والجهه الأخري اسطونية الشكل ومسطحة القاعدة وله يد من خشب الشوم و يستخدم في عمليات الطرق والإستعدال والبرشمة شكل (2 – 24 أ)

2 – 1 – 7 - 3 - المطرقة الثقيلة (المرزبة) وتستخدم مع الأجنات في القطع وعمل مجاري مواسير العزل الكهربية بالحوائط شكل (2 - 24 ب)



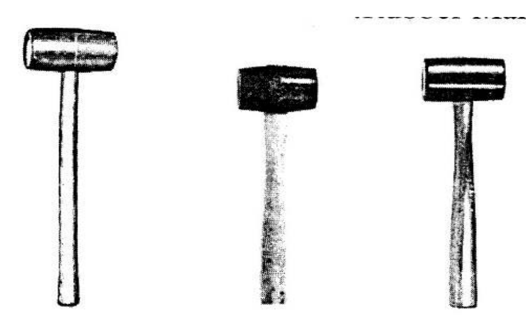
شكل (2 – 24 أ) جاكوش ببيضة



شكل (2 – 24ب) مطرقة (مرزبة)

2 – 1 – 7 - 4 - الدقماق

يستخدم الدقماق في عمليات ثني واستعدال الصاج ويصنع من الخشب أو الكاوتشوك شكل (2 – 25) الذىيستخدم فى عمليات لف المحركات .



شكل (2 – 25) أنواع مختلفة من الدقماق الخشب والكاوتشوك

2 – 1 – 7 - 5 - عدد القطع :

2 – 1 – 7 - 5 - 1 - المقصات :

والأنواع المستخدمة في ورش الكهرباء هى :

2 – 1 – 8 - 5 - 2- مقص القماش :

ويستخدم في الأعمال الكهربية لقص ورق البرسبان وشريط القطن العازل.

شكل (2- 26) بين نوع من مقصات القماش .



شكل (2- 26) مقص القماش

2 – 1 – 7 - 5 - 3 - مقص الصاج (المقص السمكري) :

ويستخدم لقص الألواح وشرائح الصفيح والفبر والصاج رقيق السمك شكل (2- 27) يبن نوع من مقصات الصاج .



شكل (2- 27) مقص الصاج .

2 – 1 – 7 - 5 - 4 - آلة القص اليدوي :

وتتركب في أبسط صورة من سلاحين أحدهما ثابت مثبت علي قاعدة الآلة ولآخر متحرك مثبت في رافعة تتحرك يدويا إلي أعلى وإلي أسفل ، وتستخدم لقص ألواح الصاج الذي لا يزيد سمكة عن 2 مم ، وألواح الفبر . شكل (2- 28)



شكل (2- 28) آلة القص اليدوى

2 – 1 – 7 - 5 - 5 - آلة القص بالقدم :

هذا المقص يستخدم لقص ألواح الصاج حتى سمك 2 مم وشكل (2- 29) يبين أحد هذه المقصات كما توجد أنواع مختلفة منها ما يعمل بالقدم ومنها ما يعمل بمحرك كهربي ومنها النوع الهيدروليكى . كل هذه الأنواع تختلف في القدرة والمقاسات .

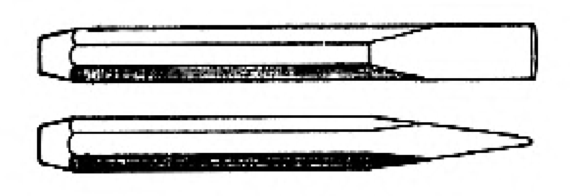


شكل (2- 29) آلة القص بالقدم

2 – 1 – 7 - 5 - 6 - الأجنة وقلم الأجنة :

التأجين هو عملية إزالة جزء كبير من المعدن بواسطة الأجنة أو قلم الأجنة والجاكوش وهما يعتبرا من الأدوات الحادة القاطعة ، وعملية التأجين تعتبر عملية تشغيل أولى لابد أن يعقبها عملية تشطيب بالمبرد ، وتصنع الأجنة وقلم الأجنة من الصلب ويقسي الحد القاطع فقط ويتراوح طولها بين 16سم ، 25 سم .

شكل (2- 30) يوضح الأجنة وقلم الأجنة ، شكل (2- 31) يبين الوقفة الصحيحة أثناء عملية التأجين .



شكل (2- 30) يوضح الأجنة وقلم الأجنة



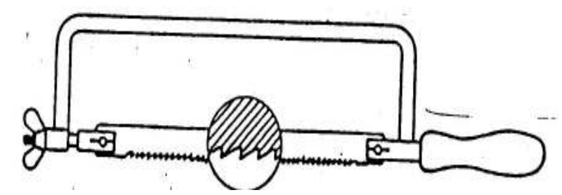
شكل (2 - 31) يوضح الإحتياطات الواجب توافرها قبل وأثناء عملية التأجين

2 – 1 – 7 - 5 - 7 - المنشار :-

يتكون المنشار من إطار خارجي يصنع من الحديد المطاوع ذو مقبض ومن سلاح القطع الذي يصنع من الصلب الكربوني . شكل (2- 32 أ, ب) يبين صورة للمنشار اليدوي و اتجاه أسنان القطع في سلاح المنشار .

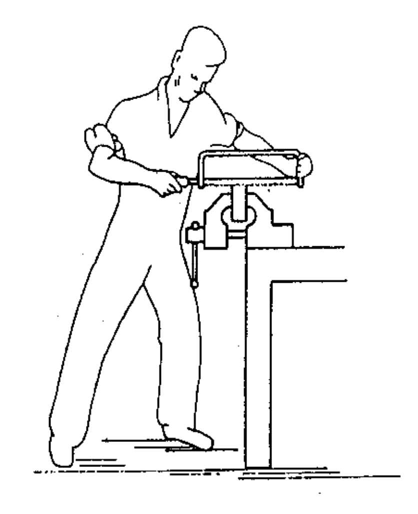
عملية النشر هي عملية هامة تتطلبها أعمال البرادة اليدوية وفيها يتم فصل أجزاء معدنية عن بعضها وذلك باستخدام المنشار اليدوي شكل (2-32 ج) يبين الطريقة الصحيحة لأجراء عملية النشر ..





شكل (2- 32أ) صورة لمنشار يدوى

شكل (2-32ب) اتجاه أسنان القطع في سلاح المنشار اليدوى .





شكل (2-32 ج) يبين الطريقة الصحيحة لأجراء عملية النشر

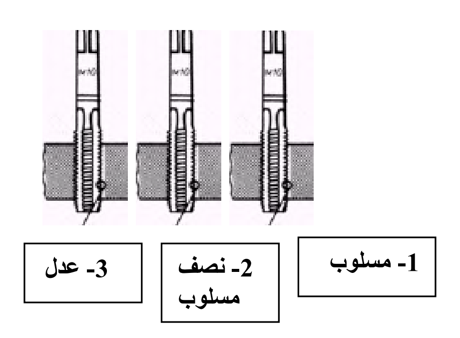
.

2 – 1 – 7 - 5 - 8 - أدوات القلوظة :

القلوظة هى عملية قطع حلزوني على السطوح الداخلية للثقوب ويستحدم في هذه العملية ذكر قلاووظ وحامله البوجى أو عملية قطع حلزوني على السطوح الخارجية للمسامير القضبان الملفوفة ويستخدم في هذه العملية لقمة القلاووظ والحامل الخاص بها (كفة القلاووظ) .

2 – 1 – 7 - 5 - 9 - ذكر القلاووظ :

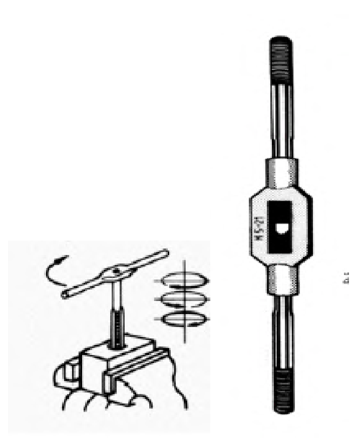
يصنع من الصلب المسبوك المقسى في الهواء وبواسطته تحول الثقوب العادية إلى ثقوب مقلوظة حسب المقاس المطلوب ، وكل مقاس يشمل 3 قطع (طاقم) ؛ مسلوب ونصف مسلوب وعدل ويتم استخدام طاقم القلاووظ بنفس الترتيب شكل (2- 33) .



شكل (2- 33) طاقم ذكر قلاووظ ذكر القلاووظ

2 – 1 – 7 - 5 - 10 - البوجى :

يثبت به ذكر القلاووظ وذلك لتسهيل عملية تحريك الذكر داخل الثقب المراد قلوظته شكل (2- 34) يبين بوجى مركب به ذكر قلاووظ .



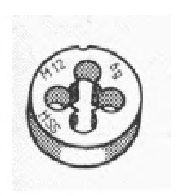
شكل (2- 34) البوجى وطريقة استخدام مع ذكر القلاووظ

2 – 1 – 7 - 5 - 11 - كفة القلاووظ :

هي أداة لقلوظة المسامير والأسياخ وتتركب من جزئين :

1- اللقمة :

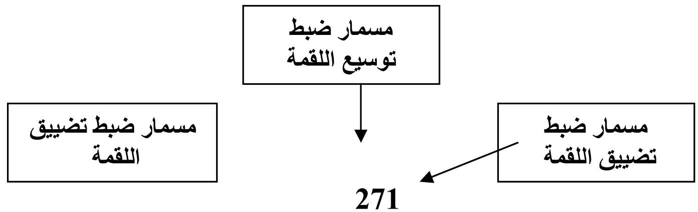
وتكون على شكل كتلة اسطوانية من الصلب ومثقوبة ومقلوظة من الداخل ، ويوجد بها أربعة ثقوب اسطوانية ملساء وموزعة قطرياً بحيث يكون كل اثنين منهما متقابلين ونافذة في الثقب المقلوظ لتكوين حواف قاطعة ولتستقبل الرايش المنزوع من المعدن المراد قلوظته . شكل (2- 35) يبين لقمة قلاووظ .

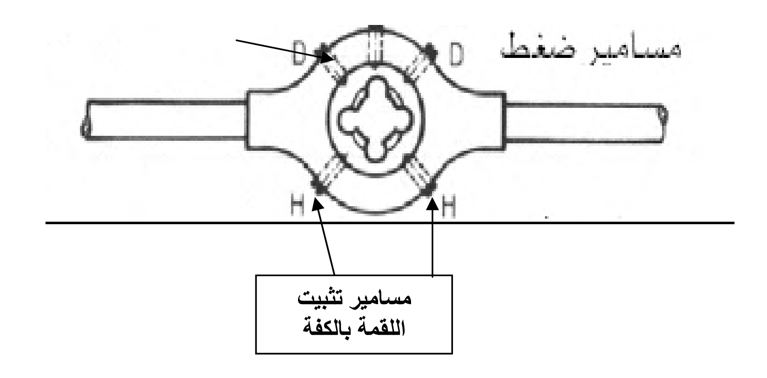


شكل (2- 35) لقمة قلاووظ

2- الكفة :

توضع بداخلها اللقمة وتربط بمسامير زنق عند الاستخدام . شكل (2- 36) يبين كفة قلاووظ ومسامير ضبط وتثبيت اللقمة .





شكل (2- 36) كفة قلاووظ .

2 – 1 – 7 - 5 - 12 - الشروط التي يجب مراعتها عند اجراء عملية القلوظة :

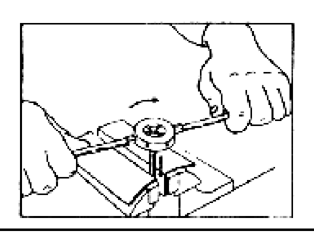
1- تثبيت الشغلة جيداً بين فكى المنجلة .

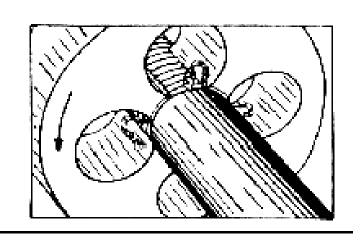
2- يوضع قليل من زيت التزييت علي سطح الثقب وأداة القلاووظ لتقليل الأحتكاك وتشكيل أسنان نظيفة .

3- تدار الكفة أو البوجى لفة جهة اليمين للتشكيل في المعدن ونصف لفة جهة اليسار للتخلص من الرايش .

4- تكرر العملية السابقة باستخدام الذكر المسلوب ثم النصف مسلوب ثم العدل ثم العدل عند قلوظة الثقوب .

شكل (2-37) يبين طريقة القلوظة الداخلية والخارجية .





شكل (2- 37) طريقة القلوظة .

2 – 1 – 7 - 5 - 12 - زهرة الاستعدال

تصنع من الزهر سطحها العلوي مكشوط ومستوى تماما ومزود أسفلها أسفلها بأعصاب تقوية تمنع تغيير شكلها ، وتستعمل لإستعدال المشغولات بواسطة الجاكوش أو الدقماق الخشب ، كما يوجد نوع آخر يستخدم في عمليات التأجين شكل (2- 38) يبين زهرة استعدال



شكل (2- 38) يبين زهرة استعدال

2 – 1- 8- عدد فك وربط المسامير والصواميل :

2 – 1- 8- 1 - المفكات :

تستعمل المفكات في فك وربط المسامير وتصنع من الصلب ولها يد قد تكون من الخشب أو البلاستك أو البكاليت ويوجد منها أشكال وأنواع مختلفة في الطول والنوع ، بالنسبة الي طولها منها 4 ً ، 6 ً ، 8 ً ، 10 ً، 12 ً أما بالنسبة لنوعها فيوجد منها المفك العادى والمفك الصليبية ومفك * وشكل (2-39) يبين بعض هذه المفكات .



شكل (2- 39) بعض أنواع المفكات

2 – 1- 8- 2 - مفاتيح الربط اليدوية :

2 – 1- 8- 2 – 1 - المفاتيح البلدى :

ويسمى أيضاً بالمفتاح العادى أو المبطط ويصنع من الصلب المقسى وله مقاسات مختلفة يلائم كل منا مقاس أو اثنين لرأس مسمار أو صامولة ,هي تكون علي شكل أطقم ويستعمل المفتاح البلدي في فك وربط المسامير المسدسة والمربعة ولا يستعمل المفتاح إلا للمقاس المناسب له . شكل (2-40) يبين بعض مقاسات المتاح البلدي



شكل (2-40) بعض مقاسات المتاح البلدي

2 – 1- 8- 2 – 2 - المفتاح الذي يمكن ضبطه (المفتاح الفرنساوى) :

ويتركب من فكين أحدهما ثابت والآخر متحرك بواسطة صامولة مقلوظة وذلك للحصول على فتحة تلائم رأس المسمار أو الصامولة المراد فكها أو ربطها .

شكل (2- 41 أ, ب) يبين المفتاح الفرنساوى والإنجليزي .



شكل (2-41 أ) المفتاح الفرن ساوى .



شكل (2- 41 ب) المفتاح الأنجليزى

2 – 1- 8- 2 – 3 - المفتاح المشرشر أو المغلق :

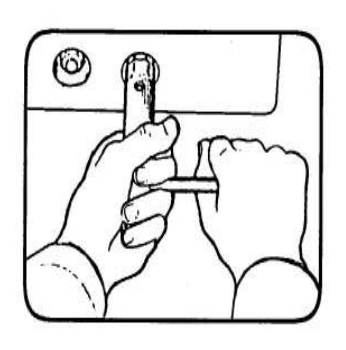
يستعمل في فك وربط الصواميل التى توجد على مسافات ليست بعيدة عن الأعماق ويصنع من أجود أنواع الصلب ؛ والمفتاح المشرشر أقل عرضة للانزلاق من المفتاح العادة , ويوجد بعض الأنواع تجمع بين المفتاح العادة والمشرشر وشكل (2-42) يبين بعض هذه الأنواع .

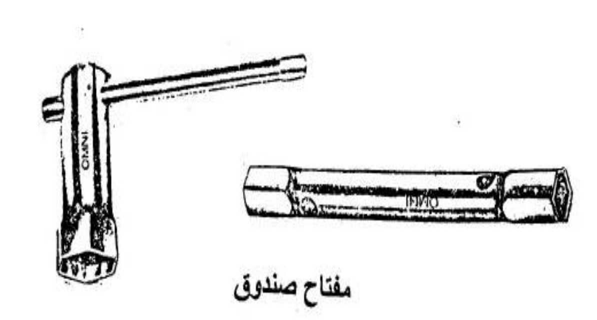


شكل (2-42) طقم من المفاتيح التي تجمع بين النوع العادة والمشرشر

2 – 1- 8- 2 – 4 - مفتاح الصندوق :

ويوجدعلى شكل أطقم كاملة كل طاقم يتكون من مجموعة مفاتيح متقاربة المقاسات ولكل منها فتحة من أعلى تدخل منها يد للاستخدام ويستخدم مفتاح الصندوق في ربط وفك الصواميل والمسامير الموجودة فأماكن غاطسة لايمكن للمفتاح البلدي الوصول اليها شكل (2 – 43 أ , ب) يوضح المفتاح وطريقة استخدامه .





شكل (2 – 43 أ , ب) يوضح المفتاح وطريقة استخدامه

2 – 1 – 9 - العدد الكهربية :

2 – 1 – 9 – 1 - الزراديات :

تصنع من الصلب وتتركب من فكين ,و يختلف شكل الفك باختلاف نوع وشكل الزرادية ويوجد منها المعزول وغيرالمعزول ، وهى ذات أنواع كثيرة ومتعددة ، ويستخدم المعزول منها فى صناعة الكهرباء وذلك في ثنى أو قطع أو تقشير الأسلاك وهى ذات أشكال ومقاسات مختلفة منها :

2 – 1 – 9 – 1 – 1 - الزرادية المبططة :

وهى شائعة الاستعمال في معظم الأعمال الكهربية ويكون فكيها مبطط المقطع ومقاساتها 6 , 8 بوصة في الغالب ومنها المعزول بالبلاستيك وغير المعزول . النوع المستخدم في الأعمال الكهربية يجب أن يكون معزولا عزلا جيدا ومناسب للضغوط الكهربية المختلفة.

2 – 1 – 9 – 1 – 2 - زرادية ببوز تمساح :

فكيها طويلان ومسلوبان للأمام وتستعمل للتعامل مع الأسلاك عندما تكون في مكان غير ظاهر .

2 – 1 – 9 – 1 – 3 - القصافة الجانبية :

تستعمل في قطع وتقشير الأسلاك ، ويوجد منها المعزول وغير المعزول .

شكل (2- 44 أ) يبين مجموعة تشمل زرادية مبططة وبوز تمساح وقصافة .

2 – 1 – 9 – 1 – 4 - الزرادية ذات الفك الملفوف :

وتستعمل في عمل نهايات الأسلاك ، وثنى الأسلاك على شكل دوائر حتى يسهل ربطها في نقط التوصيل الخاصة بالمفاتيح والبرايز وغيرها ؛ حيث يساعد فكيها الملفوفين من الأمام في عمل ذلك وتوجد منها مقاسات متعددة .

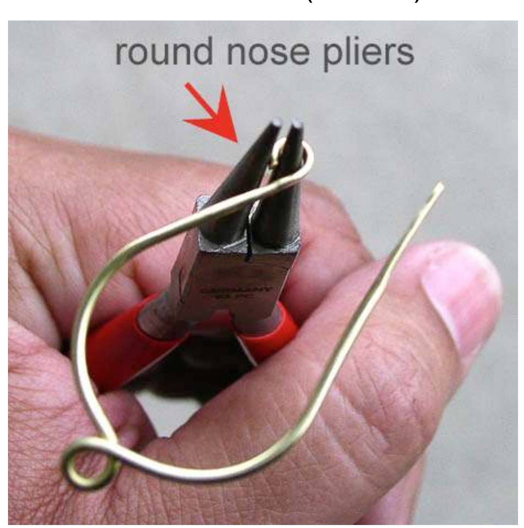
شكل (2-44ب) يبين زرادية ذات الفك الملفوف ؛ وشكل (2-44 ج)يبين طريقة استخدام الزرادية ذات الفك الملفوف .



شكل (2- 44 أ) مجموعة تشمل زرادية مبططة وبوز تمساح وقصافة .



شكل (2-44ب) زرادية ذات الفك الملفوف



شكل (2-44ج) طريقة استخدام الزرادية ذات الفك الملفوف في عمل عروة في طرف سلك .

2 – 1 – 9 – 1 – 5 - قشارة الأسلاك :

وهى تستعمل لتقشير الأسلاك ويوجد منها أنواع كثيرة ، ويوجد بها أداة لضبط فتحة الفكين حسب قطر السلك المراد تقشيرة . شكل (2-43هـ) يبين أحد أنواع القشارة .

وشكل (2-44و) يبين نوعا آخر للقشارة



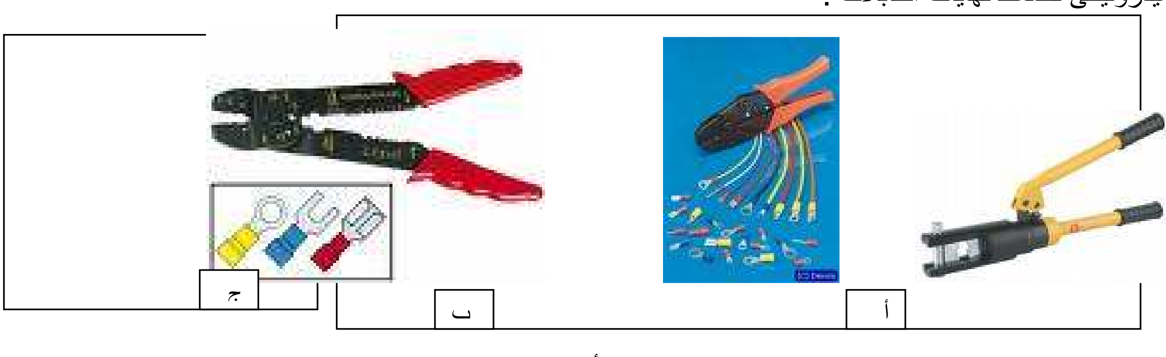
شكل (2-44هـ) أحد أنواع القشارة



شكل (2-44و) قشارة أسلاك

2 – 1 – 9 – 1 – 6 - زرادية ضغط نهايات أطراف الأسلاك :

يلـزم عنـد توصـيل نهايـات أسـلاك أوكـابلات (موصـلاتها شـعيرات) بـالأجهزة المختلفـة مثـل المفـاتيح والبرايـز والكونتاكتورات وقضبان التوزيع ....إلخ نهايات
(ترامل) ذات أشكال مختلفة تناسب نوع التوصيل ويجب تثبيت هذه الترامل جيداً بطرف السلك وتستعمل زرادية ضغط نهايات أطراف الأسلاك لهذا الغرض . ويوجد من هذه الزراديات أنواع مختلفة الأشكال والأغراض فمنها اليدوى والذى يستخدم لكبس الترامل ذات الأقطار الصغيرة (من 1مم إلى 10مم) ومنها الهيدروليكى الذى يستخدم لكبس نهايات الكابلات الكبيرة المقطع (أكثر من 10 مم)
شكل (2-45 أ،ب) يبينان زرادية يدوية لكبس الترامل وبعض أنواع الترامل ، شكل (2-45ج) يبين مكبس هيدروليكى لضغط نهايات الكابلات .



شكل (2 - 45 أ،ب) (2- 45 ج)

2 – 1 – 9 – ماكينة اللحام بالنقطة :

تعتمد نظرية تشغيل هذه الماكينة على وجود محول تيار متغير جهد ملفه الابتدائي هو جهد المنبع (220فولت وجه واحد أو 380 فولت ثلاثة أوجة) وملفه الثانوي له نقط خروج لجهود متدرجة قد تصل إلى 48 فولت وفي بعض الأنواع يحول الى تيار مستمر وحسب قانون ثبات القدرة الكهربية في المحولات تقريبا يكون شدة تيار الخرج كبيرة بدرجة تكفى لصهرشريحتى المعدن المار بهما والمراد لحامهما معاً . وخرج الماكينة عن طريق قضيبين السفلي منهما ثابت بجسم الماكينة والثاني متحرك بواسطة رافعة تعمل بالقدم أو باليد حسب نوع وقدرة الماكينة ومثبت بكل منهما الكترود له سن مدبب وهما غير متلامسين في الحالة العادية .

2 – 1 – 9 – 1 - طريقة اللحام :

توضع الألواح المعدنية المراد لحامهم بين نقطتي ساقى القضيبين وعند الضغط على الرافعة تنطبق نقطتي تلامس الألكترودين على الألواح المعدنية فيمر تيار كهربي قيمته كبيرة خلال الألواح فترتفع درجة الحرارة مما يسبب لحامهم بعد مدة زمنية قصيرة تتحدد حسب نوع وسمك الألواح . معظم هذه الماكينات تعمل بدوائر تحكم الكترونية لتحديد زمن اللحام . شكل (2- 46أ) تبين ماكينة لحام بالنقطة ثابتة ، وشكل (2- 46 ب) يبين ماكينة لحام بالنقطة. متنقلة





شكل (2- 46 أ) ماكينة لحام بالنقطة ثابتة تعمل بالقدم . شكل (2- 46 ب) ماكينة لحام بالنقطة متنقلة تعمل باليد.

<u>2 – 1 – 10 – كاوية اللحام الكهربية :</u>

وتتكون من ثلاثة أجزاء ، الجزء الأول هو الرأس ويصنع من النحاس الأحمر ، والجزء الثاني عبارة عن ماسورة معدنية مجوفة مثبت بطرفها العلوي الرأس وبداخل هذه الماسورة الجزء الثالث وهوملف التسخين الكهربي ويصنع من سلك النيكل كروم لتسخين الرأس ، أما الطرف الآخر للماسورة يوجد بها يد الكاوية والمصنوعة من المادة العازلة ويخرج منها سلك التوصيل المزود بالفيش . شكل (2- 47) يبين كاوية لحام كهربية .



شكل (2- 47) كاوية لحام كهربية .

2 – 2- تمرينات لإكساب الطلاب المهارات الأساسية في استخدام العدد والأدوات والآلات والأجهزة السابقة :

2 – 2 – 1 - تدريب الطلاب عن طريق المشاهدة والفحص كما يلي :

يتم ذلك بان يقوم الطلاب بمشاهدة وفحص الآلات والعدد والأجهزة المستخدمة في تنفيذ التمارين العملية مع شرح وافي من مدرس الفرقة على الطرق الصحيحة لاستخدام كل منهم مع مراعاة قواعد الأمن والسلامة أثناء الاستخدام لكل من:

1- المبارد بأنواعها ومقاساتها – التزجه – المنجلة .

2- المسطرة الصلب (القدم) – الزاوية القائمة – القدمه ذات الورنية – الميكرومتر - البراجل بأنواعها – شوكة العلام – زنبة العلام – الجاكوش – الدقماق .

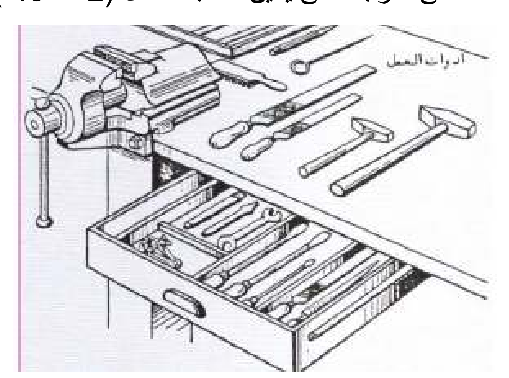
3- الأجنة – قلم الأجنة – المنشار – البنط – الشنيور اليدوى والكهربي – المثقاب – ماكينة حجر الجلخ – البوجى وطاقم القلاووظ – الكفة وعدد من لقم القلاووظ .

4- عينات من الخامات اللازمة لتنفيذ التمارين العملية – عينات لتمارين نفذت بواسطة طلاب الصف الأول العام السابق .

2 – 2 – 2 - التدريب عن طريق المحاكاة على كل عملية من عمليات تنفيذ التمارين العملية :

ويتم ذلك بقيام مدرس الفرقة بأداء كل عملية من عمليات تنفيذ التمرين أمام الطلاب ويطلب من أحد الطلبة محاكاته (تقليده) في كل عملية من عمليات تنفيذ التمرين مثل :-

1- ترتيب العدد والأدوات المستخدمة على التزجه على يمين المنجلة شكل (2 – 48) .



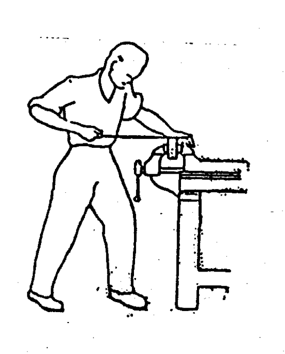
شكل (2 – 48) ترتيب العدد والأدوات المستخدمة

2- استعدال التمرين إذا تطلب الأمر ذلك .

3- تحديد العملية التى سيبدأ في تنفيذها .

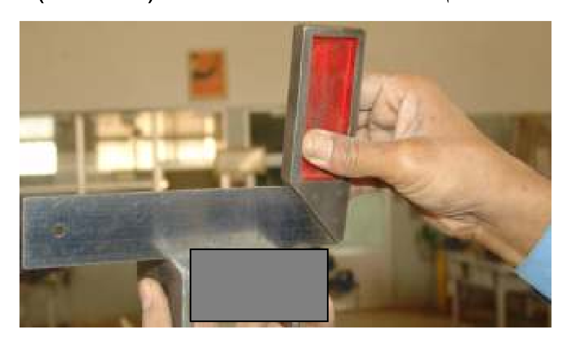
4- الطريقة الصحيحة لربط التمرين على المنجلة أثناء العمل به .

5- الوقفة الصحيحة أمام المنجلة ، وكيفية مسك المبرد واستخدامة في عملية البرادة شكل (2 – 49) .



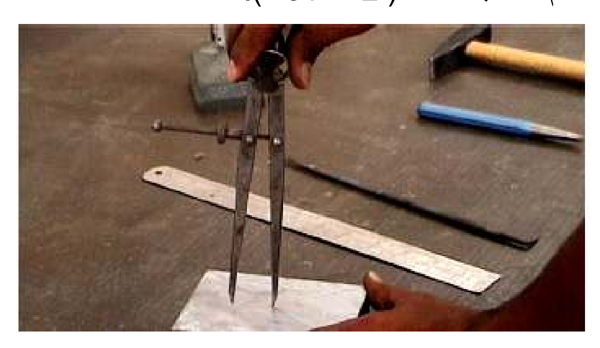

شكل (2 – 49) الوقفة الصحيحة أمام المنجلة

6- كيفية استخدام الزاوية القائمة و القدم الصلب لضبط التمرين شكل (2 – 50) .



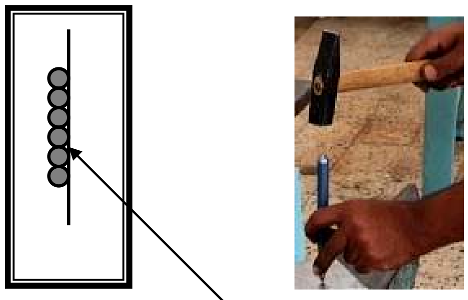
شكل (2 – 50)

7- عملية الشنكرة بعد دهان الوجه الذى سوف تجرى عليه عملية الشنكرة بمسحوق الطباشير المبلل بالماء ، وكيفية استخدام عدد الشنكرة بالطرق الصحيحة مثل رسم الخطوط الطولية والعرضية باستخدام البرجل ذو الشوكة . ونقل الأبعاد و رسم الأقواس والدوائر بالبرجل العدل بعد دق زنبة علام في مركز الدائرة ، ويتم نقل الأبعاد بدقة من على القدم الصلب شكل (2 – 51 أ).



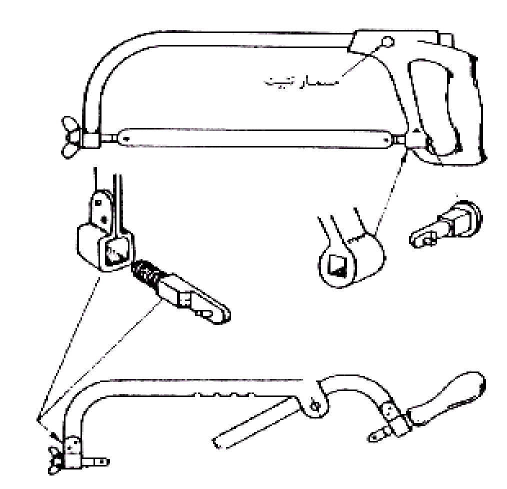
شكل (2 – 51 أ) عملية الشنكرة

8- دق زنب تمس خطوط الشنكرة من الخارج (الجزء الذى سيتم ازالتة) للمحافظة على هذه الخطوط أثناء العمل في التمرين شكل (2 – 51 ب) .



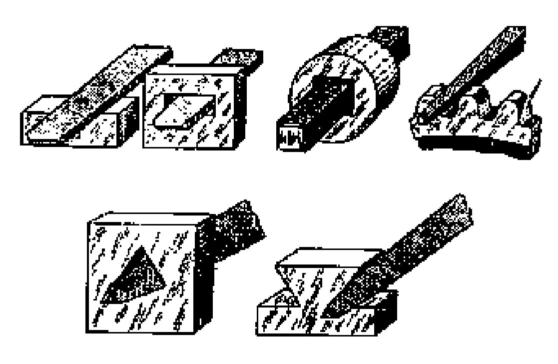
شكل (2 – 51ة ب) دق زنب تمس خطوط الشنكرة من الخارج

9- كيفية تركيب سلاح المنشار على برواز المنشار والتأكد من أن إتجاه ميل الأسنان للأمام شكل (2 – 52) .



شكل (2- 52) يبين طريقة تركيب سلاح المنشار.

10-استخدام المبارد المثلثة والمربعة والنصف دائرة في المشقبيات التى تناسب كل منها شكل (2- 53).



شكل (2- 53)

11-التأكد من صحة الأبعاد من حين للآخر باستخدام القدم والقدمه ذات الورنية.

12-الطريقة الصحيحة لربط البنط بالمثقاب باستخدام مفتاح الظرف وعدم لمس السيور أو الطارات أثناء ذلك ، وكيفية ربط التمرين على منجلة المثقاب في حالة التمارين ذات السمك المناسب لذلك ، أو تثبت تمارين الصاج على قطعة من الخشب أثناء الثقب .

13-الطرق الصحيخة لاستخدام طاقم القلاووظ والبوجى في عملية القلوظة .

14-كيفية العمل في تشطيب التمرين باستخدام المبارد الناعمة والصنفرة ودهان التمرين بالشحم حتى لا يصدأ .

15-تذكير الطالب بأهمية كل عملية من عمليات تنفيذ التمرين والمقصود منها اكتساب المهارات في التعرف على طرق الأستخدام الصحيح لكل العدد والآلات والأجهزة المستخدمة في تنفيذ كل من التمارين العملية . تطبيق قواعد الأمن والسلامة أثناء تنفيذ التمارين باستخدام الآلات والأجهزة والعدد .

1. مع ملاحظة أنه كلما أجاد الطالب اكتسب مهارة ونال التقدير المناسب أثناء تقييم التمارين بعد الانتهاء منها .
2. لذلك يجب على أبناءنا الطلاب الملاحظة الجيدة للمدرس أثناء تنفيذ التدريب عن طريق المحاكاة والاستفسار عن كل جزئية لم يتم فهمها فهماً كاملاً .
3. ملحوظة :
4. في حالة عدم توافرأي من الخامات والعددوالأجهزة المذكورة بالتمارين العملية التالية يتم استخدام البديل من الخامات والعددوالأجهزة الموجود بالقسم مع العمل علي استنفاذ الخامات الراكدة أول بأول .

2 – 2 – 1 - : التمارين العملية

اسم التمرين :

التمرين الأول

نموذج لضاغط رقائق محول .

<u>الغرض من التمرين :</u>

1- تدريب الطلاب علي استخدام المبارد المختلفة و الزاوية القائمة .

2- تدريب الطلاب علي كيفية استعمال أدوات الضبط والشنكرة والثقب والتأجين .

3- تدريب الطلاب علي استعمال أدوات القياس المختلفة .

4- التعرف علي شكل رقائق قلب محول كهربي وجه واحد .

<u>الخامات المطلوبة :</u>

قطعة من الحديد الصاج 95 × 65 × 3 مم

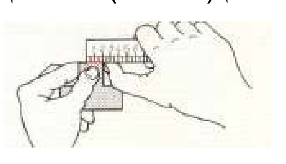
<u>العدد والأدوات اللازمة :</u>

م	العدد والأدوات	م	العدد والأدوات
1	مبرد مبطط خشن 10 ً	2	مبرد مبطط ناعم 8 ً
3	مبرد مربع 6 ً	4	قدم صلب
5	زاوية قائمة	6	شوكة علام
7	زنبة علام	8	جاكوش
9	برجل عدل وبرجل بشوكة	10	بنطة 3 مم

شكل (2-54) يبين أبعاد التمرين المطلوب .

<u>خطوات تنفيذ التمرين :</u>

1.تأكد من أبعاد قطعة الصاج 95 * 65 * 3 مم (التمرين) باستخدام القدم الصلب والقدمه ذات الورنية .



2.يتم ضبط جانبين متجاورين من (التمرين) باستخدام المبرد والقدم والزاوية القائمة ليصنعا معا زاواية 90 5

3. شنكرة (التمرين) لتحديد الطول والعرض وكذا الشكل المطلوب حسب المقاسات الموضحة على الرسم ، مع ملاحظة (دهان سطح التمرين بالطباشير المبلل بالماء قبل رسم خطوط الشنكرة واستخدام البرجلين العدل و ذوالشوكة في نقل الأبعاد من علي القدم الصلب ورسم خطوط الشنكارثم دق الزنب علي أن تكون الزنب متماسة مع خطوط الشنكرة من الخارج على الجانب المطلوب ازالته .

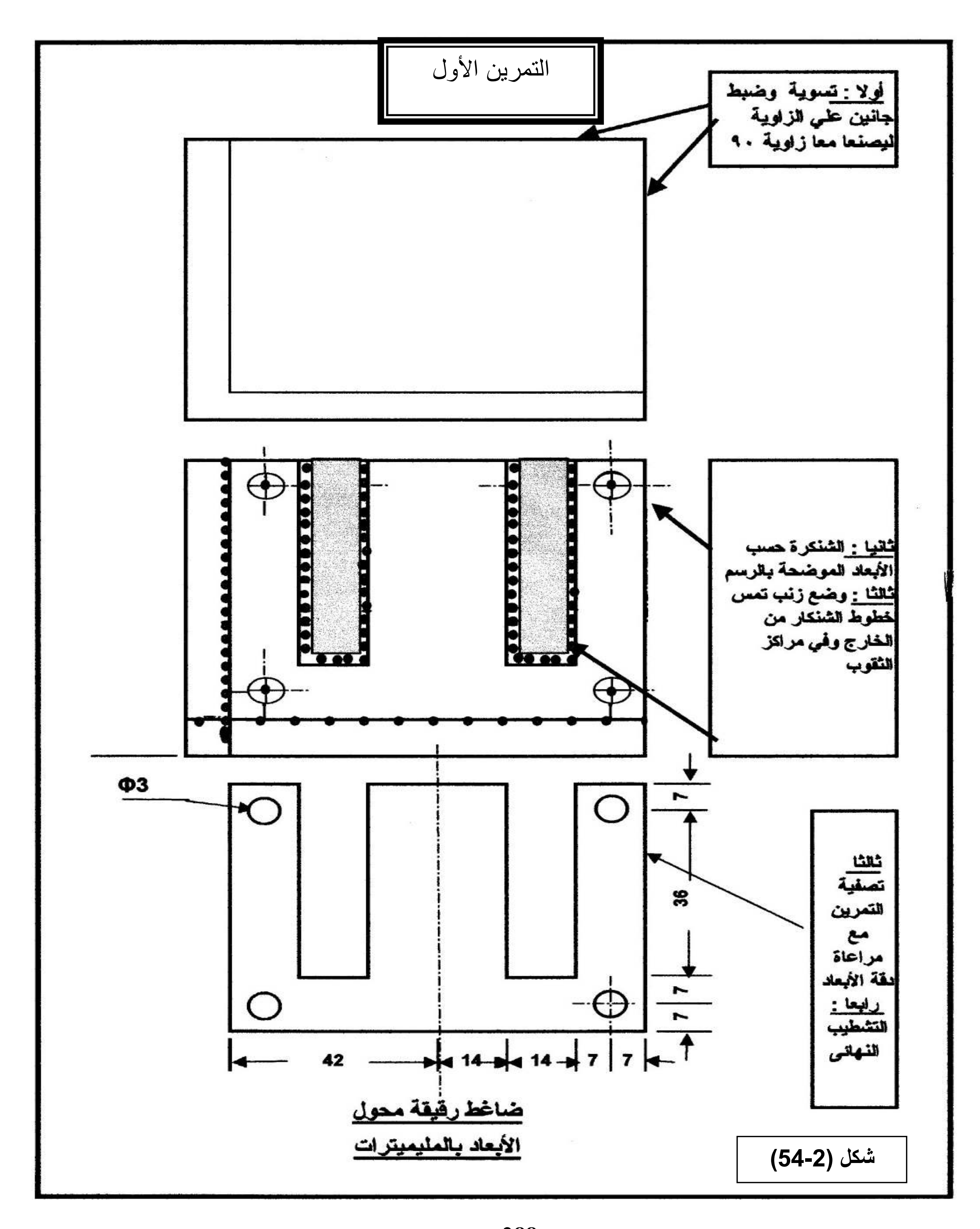
4.إزالة الزوائد من الطول والعرض على مسافة 2 مم تقريباً من خطوط الشنكرة باستخدام المنشار اليدوى .

5.تسوية وضبط الجانبين الباقيين بالمبرد والزاوية القائمة ثم تنعيمهما ومراجعة الضبط بعد التنعيم وبعد ذلك الثقب ببنطة 3 مم في الأماكن الموضحة بالرسمم .

6.يتم عمل ثقوب لتفريغ المستطيلين الداخلين ويستخدم قلم الأجنة والجاكوش في هذه العملية.

7.يتم تشكيل المستطيل الداخلى الأول باستخدام المبرد المربع الخشن ثم الناعم وتصفيته حسب الأبعاد ، ثم يتم تشكيل المستطيل الثانى .

8.يتم عمل التشطيب النهائي مع مرعاة دقة الأبعاد ..


التمرين الأول
أولا : تسوية وضبط جانبين علي الزاوية ليصنعا معا زاوية ٩٠
ثانيا : الشنكرة حسب الأبعاد الموضحة بالرسم
ثالثا : وضع زنب تمس خطوط الشنكار من الخارج وفي مراكز الثقوب
Φ3
7
36
7
7
42
14
14
7
7
ثالثا تصفية التمرين مع مراعاة دقة الأبعاد
رابعا : التشطيب النهائى
ضاغط رقيقة محول
الأبعاد بالمليميترات

شكل (2-54)

التمرين الثانى

اسم التمرين :

التدريب على وصل قطعتين من الصاج باستخدام مسامير البرشام (البرشمة الغاطسة والبارزة) .

الغرض من التمرين :

1- تدريب الطلاب علي عملية البرشمة و استخدام أدواتها .

2- تدريب الطلاب على كيفية عمل البرشامة الغاطسة والبارزة .

الخامات المطلوبة :

1. قطعة من الصاج سمك 3 مم ومقاس 100× 80 مم .
2. عدد (2) مسمار برشام رأس تخويش (غاطس) .
3. عدد (2) مسمار برشام رأس نصف كروى .

العدد والأدوات اللازمة :

م	العدد والأدوات	م	العدد والأدوات
1	بلص ساند	2	بلص تشكيل
3	بلص ضم	4	جاكوش بيضة
5	زاوية قائمة	6	قدم صلب
7	برجل بشوكة	8	زنبة علام
9	مبرد مبطط 8ً خشن وناعم	10	شوكة علام

خطوات تنفيذ التمرين :

1- تضبط قطعة الصاج على الزاوية القائمة باستخدام المبرد وتصفى الأبعاد كما بشكل (2- 55) .

2- تقسم قطعة الصاج من المنتصف بواسطة المنشار الحدادى ثم يتم ضبط القطعتين .

3- يتم عمل الشنكرة بالقطعتين حسب الأبعاد الموضحة بالشكل (2- 55) وتحدد أمكان الثقوب مع وضع زنب في مراكز الثقوب .

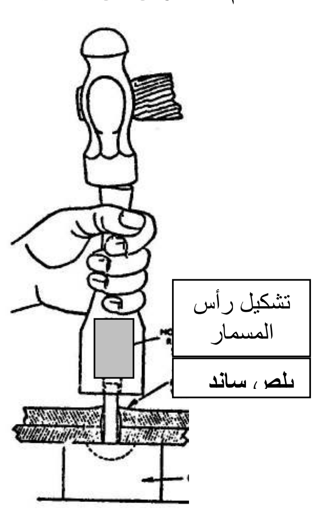
4-يتم عمل الثقوب (يفضل أن يكون ذلك للقطعطين معا بعد ربطهما بمنجلة كلابة يدوية إن وجدت) ببنطة مساوية لقطر مسمار البرشام وتخويش الثقوب التى سيتم فيها البرشمة الغاطسة ببنطة أكبر قليلاً من بنطة الثقوب .

5-يستخدم مسمار مخ تخويش (رأس غاطس) للبرشمة الغاطسة ويكون التخويش للثقوب من الجهتين وتتم البرشمة بواسطة جاكوش بيضة مناسب ، أما البرشمة البارزة فيستخدم مسمار مخ طاسة (رأس نصف كروى) وفى هذه الحالة لا يتم عمل تخويش للثقوب و يستخدم بلص قاعدة ذو تجويف يحفظ شكل رأس المسمار فى احدى الجهتين وبلص تشكيل ذو تجويف أيضاً لتشكيل رأس المسمار من الجهة الآخرى شكل (2 – 56) و يمكن الاستغناء عن بلص التشكيل ؛ ويستخدم جاكوش بيضة مباشرة في عملية البرشمة بالطرق على القطر الخارجى لرأس مسمار البرشام طرقاً خفيفاً حتى يتكون شكل رأس مسمار البرشام .

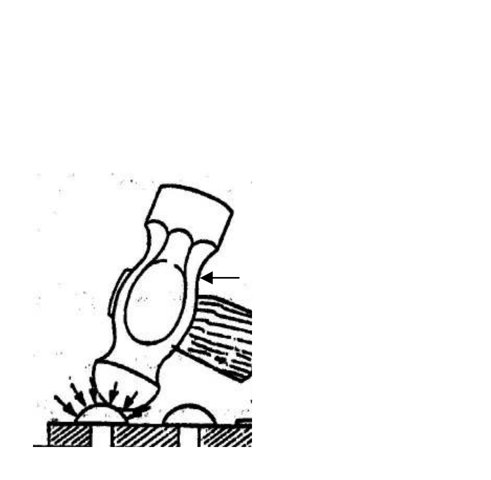
<u>ملحوظة :</u>

1- يجب مراعاة أن يكون الجزء البارز من مسمار البرشام بطول مناسب وهو(= 1.5 x قطر المسمار) حتى تتم عملية البرشمة بالطريقة الصحيحة .

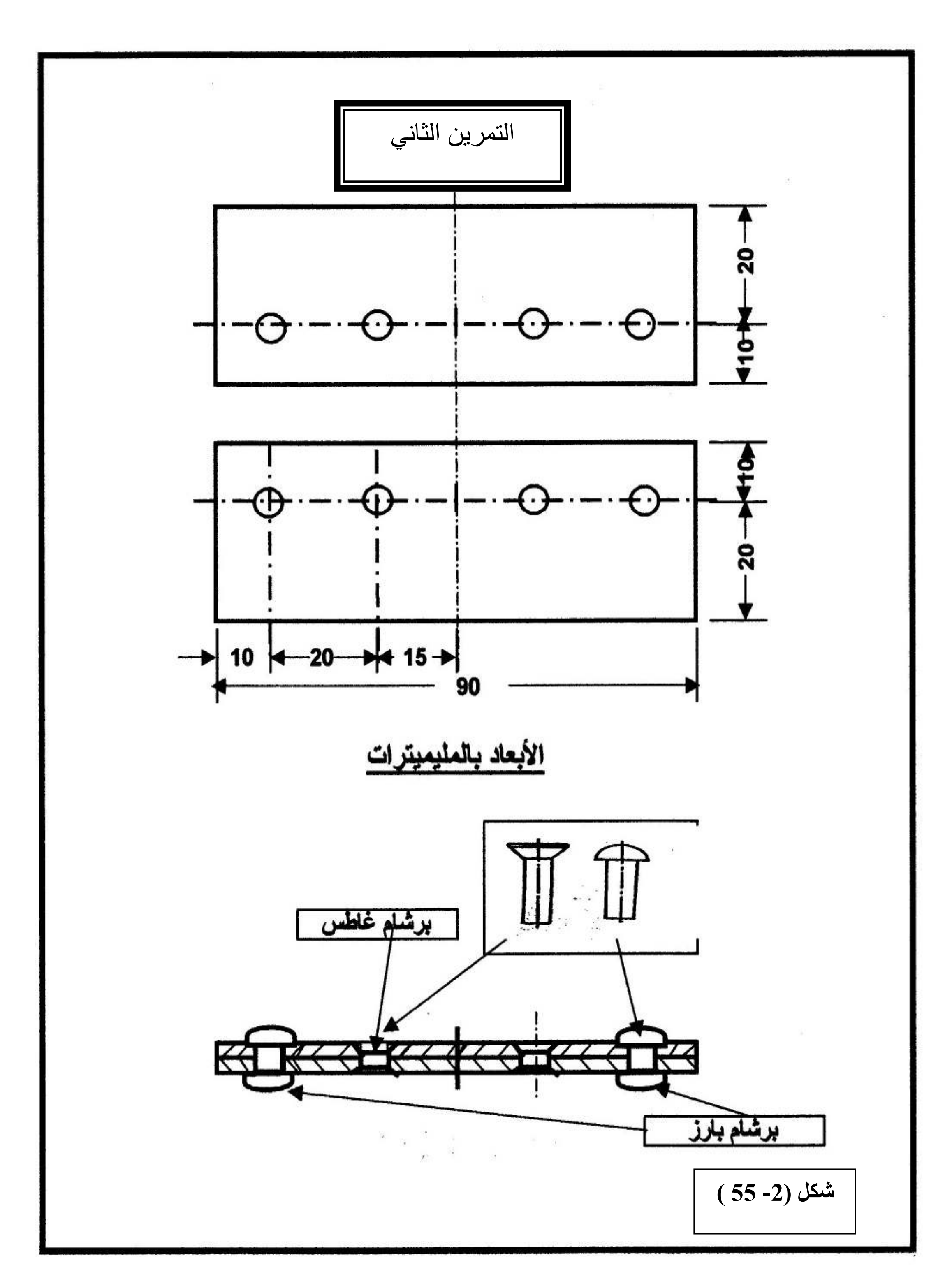
2- يتم استخدام الجاكوش من الناحية البيضاوية فى عملية البرشمة شكل (2 – 57) .



شكل (2 – 56)



شكل (2 – 57) الطرق على القطر الجارجى لمسمار البرشام


التمرين الثاني
20
10
10
20
10
20
15
90
الأبعاد بالمليميترات
برشام غاطس
برشام بارز

شكل (2- 55)

التمرين الثالث

<u>اسم التمرين :</u>

التدريب على لحام قطعتين من الصاج باستخدام ماكينة اللحام بالنقطة .

<u>الغرض من التمرين :</u>

1- تدريب الطلاب على استعمال ماكينة اللحام بالنقطة في لحام الصاج .

2- تدريب الطلاب على كيفية اللحام بالنقطة .

<u>الخامات المطلوبة :</u>

قطعتين من الصاج (أوالصفيح الفرنساوى) سمك 0.5 : 1 مم مقاس 50×90 مم

<u>العدد والألات اللازمة :</u>

1- زرادية مبططة معزولة .

2- ماكينة لحام بالنقطة .

<u>خطوات تنفيذ التمرين :</u>

1- تضبط قطعتي التمرين على الأبعاد الموضحة بالشكل (2 – 58) .

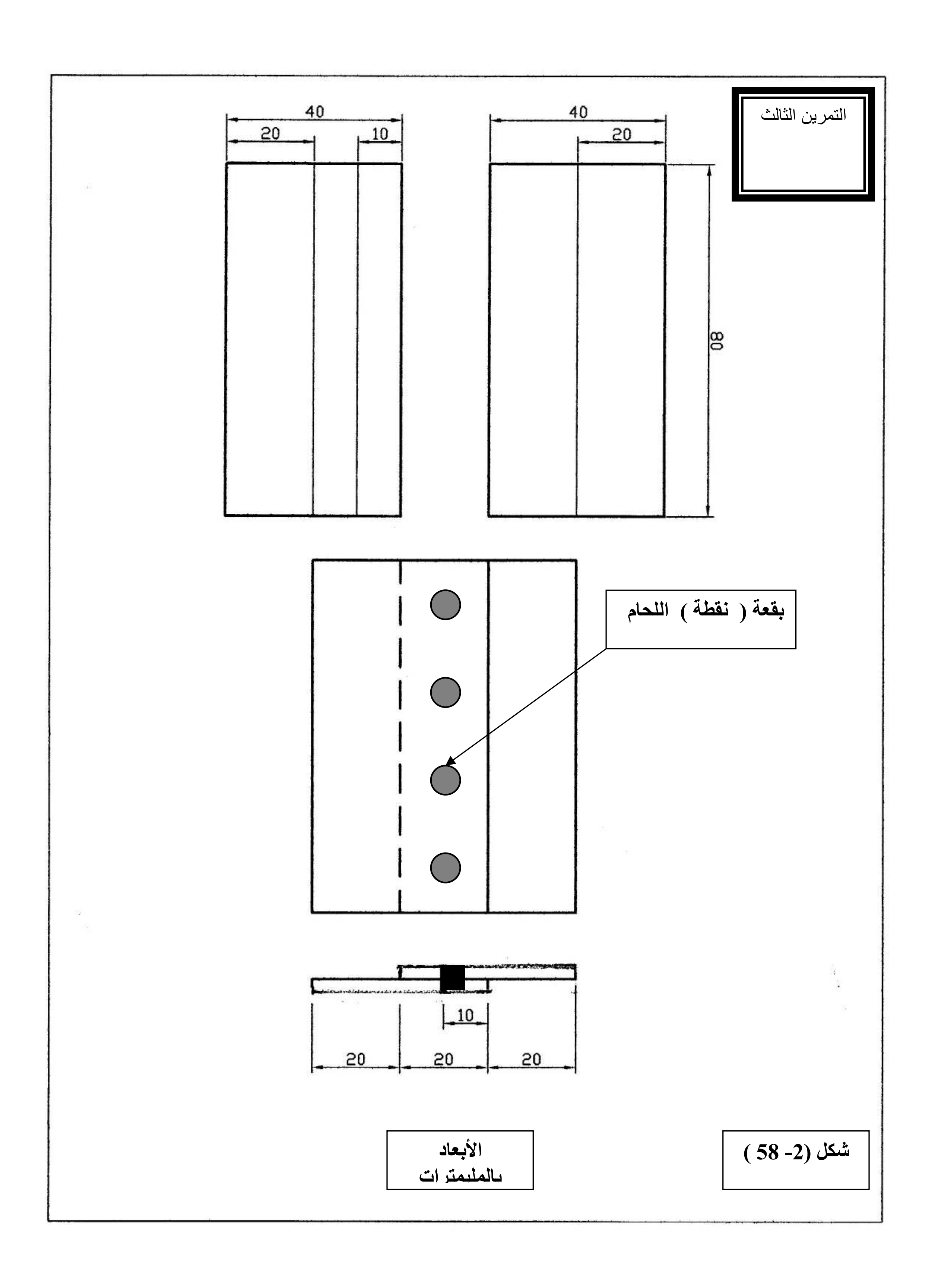
2- ينظف مكان اللحام في القطعتين المراد لحامهما .

3- تحديد نقط اللحام على الوصلة كما بالشكل .

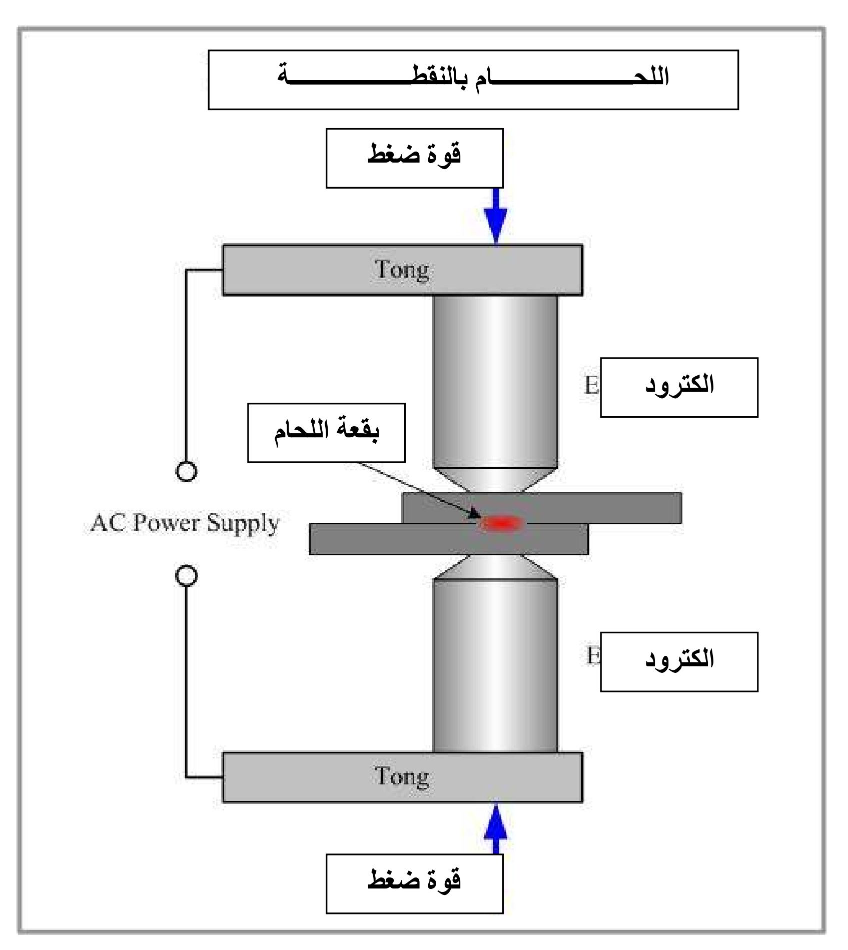
4- يتم وضع قطعتى الصاج ممسوكتين بالزرادية (أو الكلابة) بين ألكترودى ماكينة اللحام ثم الضغط على الدواسة بالقدم أو باليد حسب نوع ماكينة اللحام شكل (2- 59).

5- يتم إمرار تيار كهربى عن طريق الكترودات الماكينة خلال قطعتى الصاج لزمن معين يكفى لرفع درجة حرارة الصاج حتى يلتحما معاً ، بعدها ينقطع مرور التيار الكهربى و يتحدد زمن مرور التيار الكهربى وفقاً لنوع الصاج وسمكة وذلك عن طريق مؤقت زمنى ، أى انة كلما زاد سمك المعدن زاد الزمن اللازم لمرور التيار الكهربى لاتمام عملية اللحام ولكنه لا يتعدى بضعة ثوان .

6- تكرر العملية بعدد نقط اللحام.


التمرين الثالث
40
20
10
40
20
80
بقعة (نقطة) اللحام
10
20
20
20
الأبعاد
بالمليمترات

شكل (2- 58)



شكل (2- 59) يوضح كيفية وضع قطعتى الصاج بين ألكترودى ماكينة اللحام بانقطة

Deleted: ¶

التمرين الرابع

اسم التمرين :

القص المستقيم والمنحنى والمنكسر .

الغرض من التمرين :

1- تدريب الطلاب على تنفيذ الأنواع المختلفة للقص (المستقيم – المنحنى – المنكسر) .

2- تدريب الطلاب على استحدام مقص الصاج اليدوى (المقص السمكرى)

الخامات المطلوبة :

قطعة صفيح فرنساوى مقاس 85 × 175 × 0,5 مم

العدد والألات اللازمة :

م	العدد والأدوات	م	العدد والأدوات
1	مقص صاج 8ً	2	قدم صلب
3	زاوية قائمة	4	برج عدل
5	برجل بشوكة	6	شوكة علام
7	دقماق خشب	8	زهرة إستعدال

خطوات تنفيذ التمرين :

1- استعدال قطعة الصفيح بالدقماق الخشب على زهرة الأستعدال .

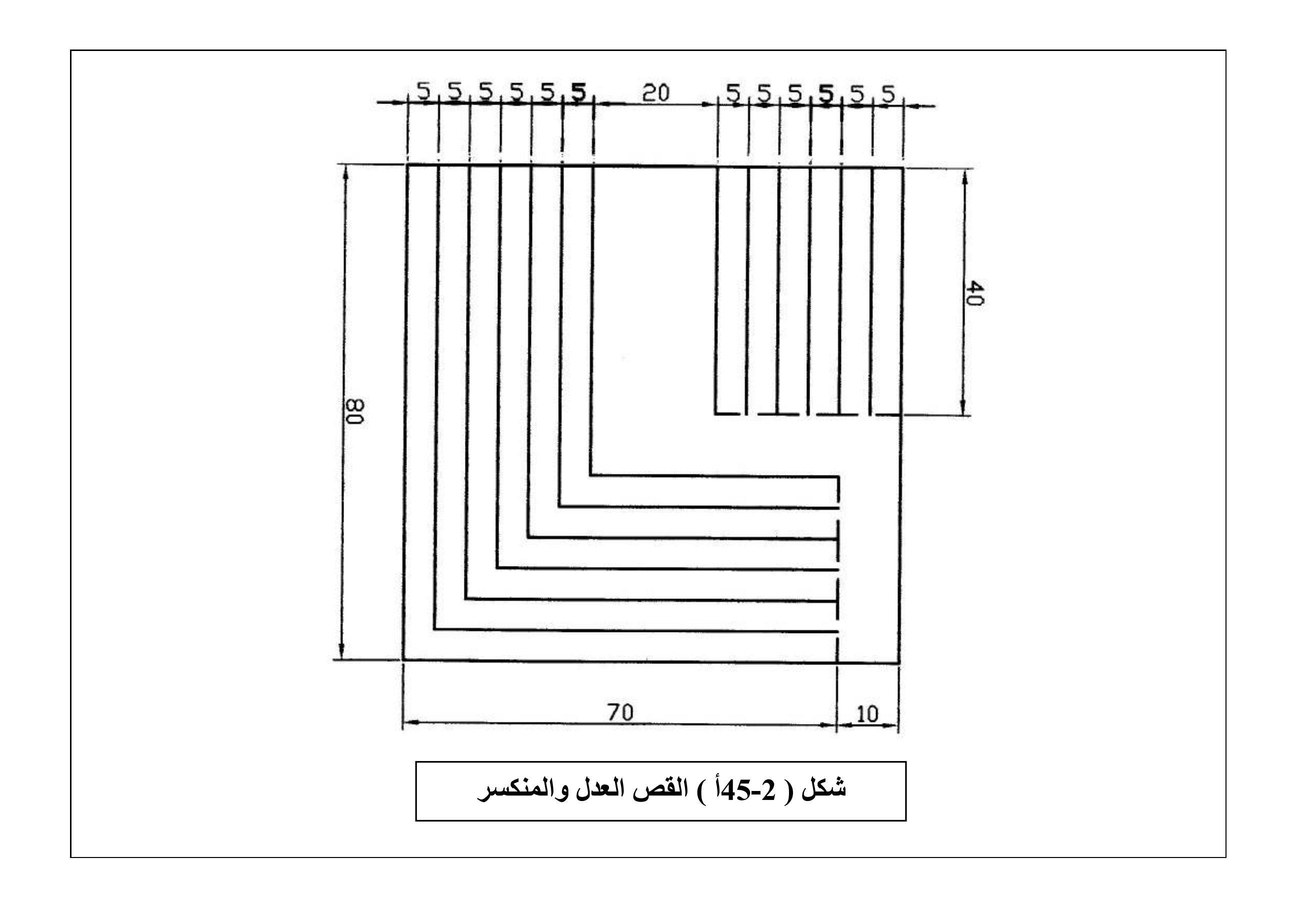
2- يتم ضبط أضلاع قطعة الصفيح على الزاوية القائمة مع بعضها وإزالة الزيادة بواسطة مقص الصاج اليدوى حسب الأبعاد الموضحة بالرسم .ثم تقص قطعة الصفيح من المنتصف لنحصول على قطعتين متساويتين .

3- تشنكر القطعتان كما بالرسم للحصول على خطوط القص المستقيم والمنكسر القطعة الأولي شكل (2-45أ) ثم تشنكر القطعة الثانية للحصول علي خطوط القص المنحنى والمستدير القطعة الثانية شكل (2-45ب).

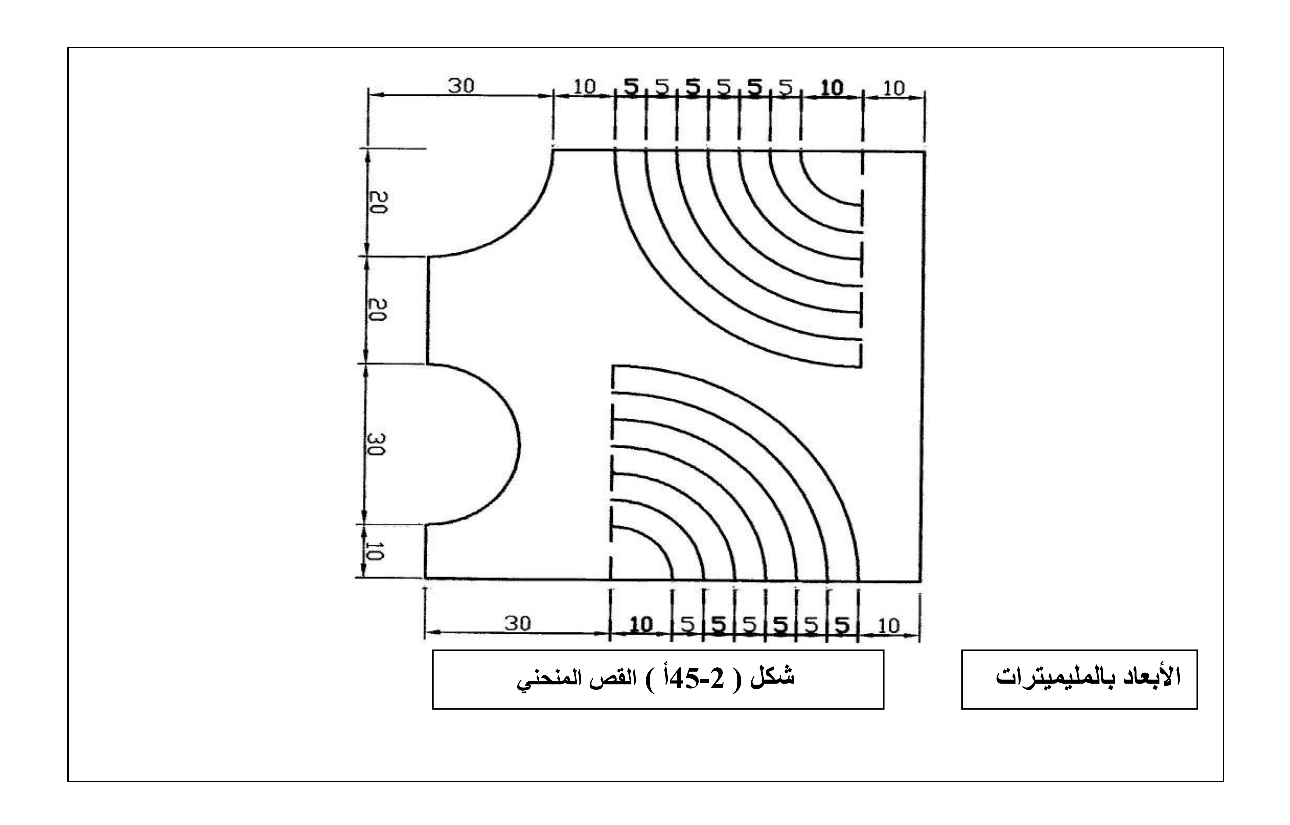
4- يربط مقص الصاج اليدوى على المنجلة ثم تجرى عملية القص المستقيم على خطوط الشنكرة وبعد ذلك تجرى عملية القص المنكسر حسب الأبعاد بالرسم مع مراعاة الدقة التامه في التنفيذ .

5- تبدأ في عملية القص المنحنى على الخطوط المرسومة على القطعة الثانية مع مراعاة أنه سوف يتم إزالة الجزء المرسوم بربع الدائرة ، وكذلك إزالة نصف الدائرة .

6- تستعدل شرائح الصفيح بعد القص بالدقماق الخشب علي زهرة الأستعدال .



شكل (2-45أ) القص العدل والمنكسر



شكل (2-45أ) القص المنحني

الأبعاد بالمليميترات

الباب الثالث

الموصـلات المستخدمة فى الدوائر الكهربية

1-3 أنواع الأسلاك الكهربية والكابلات المختلفة :

1- الأسلاك المعزولة هى وسائل جيدة وآمنة لنقل التيار الكهربى من مصدره إلى الأجهزة الكهربيـة مثـل الغسالة والثلاجة والمكواة الكهربية وجميع الأجهزة الإلكترونية والمصابيح والبرايز .

2- تـصنع الأسـلاك والكـابلات مـن النحـاس الأحمـر أو الألمنيـوم وتغطـى بطبقـة او أكثـر مـن المـواد العازلـة مثـل البلاستك أوالمطاط .

3- تتراوح مساحة مقطع الموصلات المستخدمة في التركيبات الكهربيـة من 0,25 مم إلـى 50 مم أوأكثر . هذة الموصلات إما أن تكون مصمتة أو ذات شعيرات .

4- والموصـلات إمـا أن تكـون مفـردة (أى مـن موصـل واحـد) أو أكثـر (ذات موصـلين أو ثلاثـة أو أربعـة) ، وتوجـد كـابلات بهـا أكثـر مـن ذلـك لـبعض الأسـتخدامات الخاصـة مثـل دوائـر الـتحكم والـدوائر الإلكترونيـة والتليفونـات ..... وكـل موصـل يكـون معـزول عـزلاً جيـدا عـن الآخـر فـي غـلاف عـازل مثـل الثرموبلاستك (PVC) .

3 – 1- 1 - استخدامات الأسلاك :

وتتنوع استخدامات الأسلا ك والكابلات وفقاً للآتى:

1- أسلاك داخل مواسير عازلة وتكون من سلك واحد مصمت أو شعيرات وعادةً تكون مساحة مقطعها من 0,5 مم2 وحتى 10 مم 2 .

2- كابلات للاستخدام المباشر خارج الجدران وهى إما أن تكون كابلات أحادية (أى ذات موصل واحد) أو أن تكون ثنائية أوثلاثية أو رباعية معزولة عن بعضعها ، وكل موصل قد يكون مصمت أو مكون من شعيرات شكل (3-1أ) يوضح بعض أشكال الأسلاك والكابلات المتنوعة ,

وشكل (3-1ب) يوضح كابل تحكم ذو عدة موصلات يستخدم في دوائر التحكم المختلفة مثل دوائر التكييف والتبريد ودوائر التحكم الكهربى في المصانع الكبيرة ....

وشكل (3-1جـ) يوضح مجموعة متنوعة من الكابلات .



كابل ثنائى قطاعه شعيرات



كابل ثنائى وآخر ثلاثى



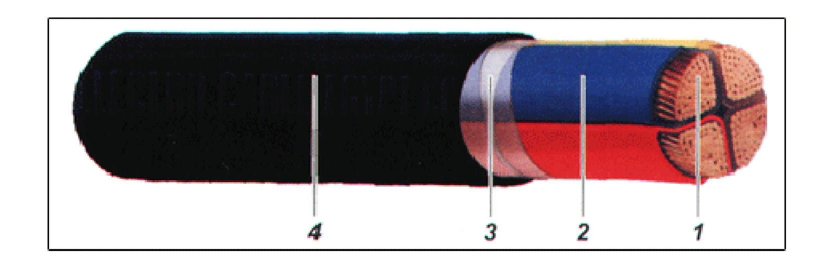
كابل مفرد قطاعه 7 شعرات







كابل أربعة موصلات بدون الأرضى **كابل ثلاثة موصلات + الأرضى** **كابل أربعة مواصلات +الأرضى**



1- الموصلات 2-عازل بلاستك 3- غلاف عازل ثانى 4- غلاف عازل خارجى

كابل ذو أربعة موصلات مزدوج العزل

شكل (3-1أ) يوضح بعض أشكال الأسلاك والكابلات المتنوعة



شكل (3-1ب) يوضح كابل تحكم ذو عدة موصلات يستخدم في دوائر التحكم



شكل (3-1جـ) يوضح مجموعة متنوعة من الكابلات

2-3 تنفيذ تمرينات لإكساب الطلاب المهارات الأساسية فى تقشير الأسلاك وعمل الوصلات المختلفة :

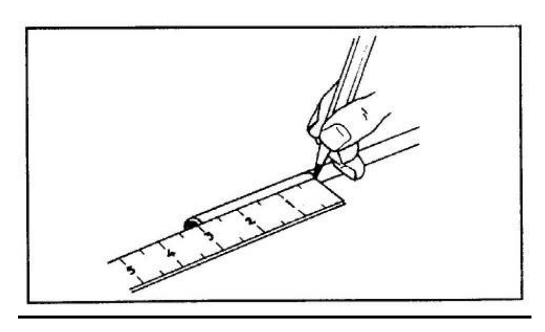
3 – 2- 1 - تقشير الأسلاك

وهي العملية التى تسبق عملية الوصلات الكهربية المختلفة ويجب تنفيذها بكل دقة وحرص . وهى عملية إزالة العازل من أطراف الأسلاك أو من وسطها بغرض إعدادها إما للتثبيت فى أماكن معينة مثل (برايز- مفاتيح كهربية – أجهزة كهربية – آلات ومعدات كهربية) ، أو عمل الوصلات بها .

3 – 2- 1 - 1- تقشير الأسلاك

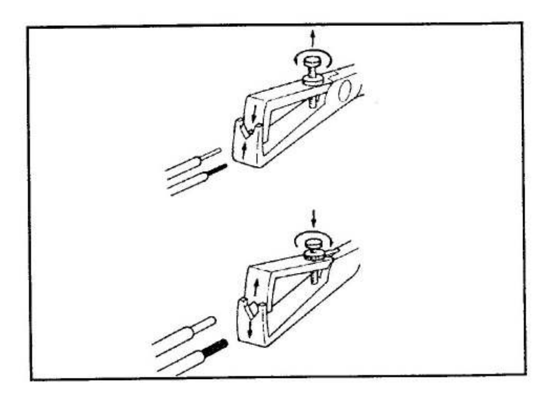
ويتم تقشير الأسلاك وفقاً لقواعد ومواصفات تختلف باختلاف نوع السلك ومواصفاته والغرض سواء كان تثبيت أو وصلة وتستخدم قشارة السلك أوسكين تقشير الأسلاك أو (الكاتر cutter) ويفضل قشارة السلك بأنواعها المختلفة وذلك لجودة التقشير وأمن وسلامة الطلاب ويتم التقشير كما يلي :

1. القياس على السلك لتحديد مسافة التقشير حسب الوصلة شكل (3 - 2)



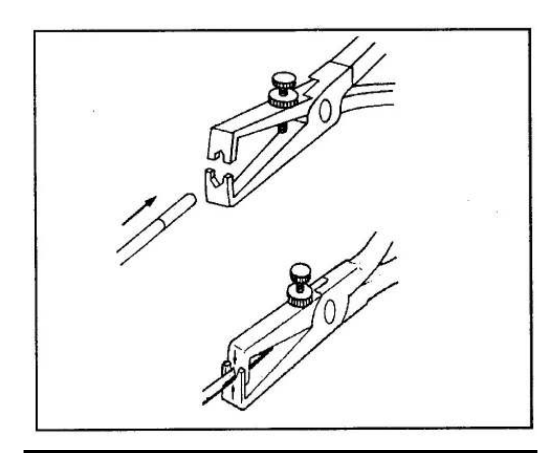
شكل (3 - 2) قياس مسافة التقشير

2. تضبط قشارة السلك لتناسب قطر الموصل المراد تقشيره (لعدم قطع أو حز بعض الشعيرات)شكل (3 - 3)



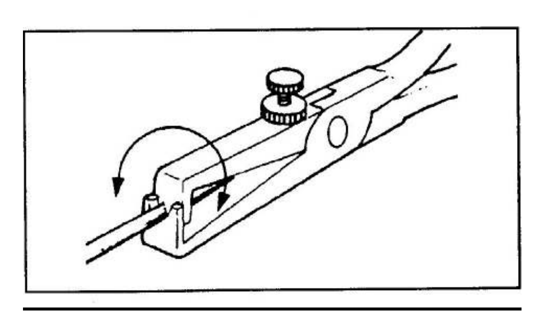
شكل (3 - 3) ضبط القشارة

3. يتم ادخال السلك فى القشارة ونحكم الغلق جيدا على السلك شكل (3 - 4)



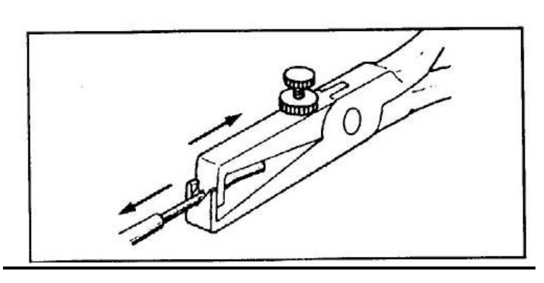
شكل (3 - 4)   احكام غلق القشارة على السلك

4. القشارة نصف دورة لليمين ونصف دورة لليسار شكل (3 - 5)   .



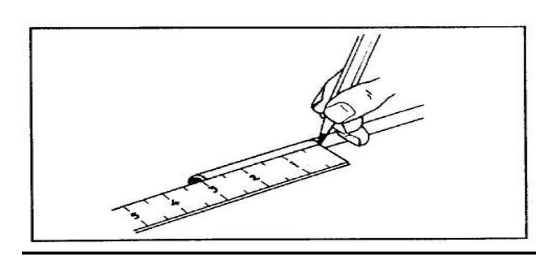
شكل (3 – 5)   لقطع العازل أدر القشارة نصف دورة يمينا و نصف دورة يسارا .

5. نسحب القشارة برفق للخلف شكل (3 - 6)

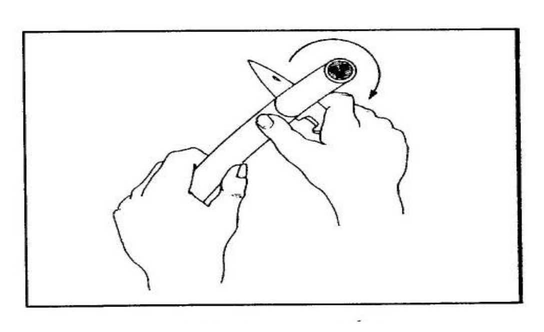


شكل (3 - 6) سحب العازل المزال للخلف

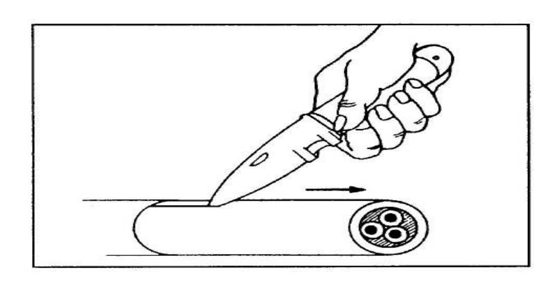
3 – 2- 1 - 2-   تقشير الكابلات



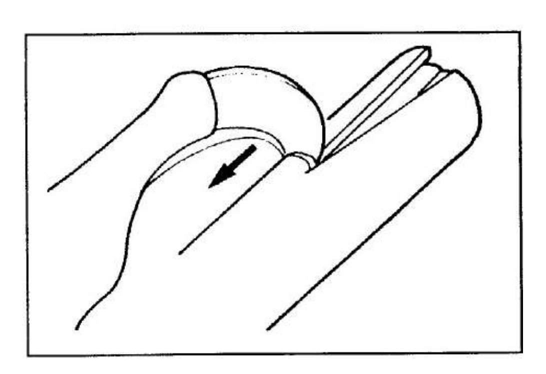
1. قياس مسافة التقشير شكل (3 - 6)



قطع الكابل دائريا عند خط العلام بعمق لايزيد عن 4 / 3 من سمك العازل شكل (3 - 6)



ضع نهاية الكابل على سطح مستوى واقطع طوليا الجزء المراد ازالته من العازل لشكل (3 - 7)



شكل (3 - 8) اسحب العازل المزال للخلف لقطعة .

3 – 3 – 2 : التمارين العملية

التمرين الأول

اسم التمرين :

عمل الوصلات المختلفة للأسلاك والكابلات ذات الموصل المصمت .

الغرض من التمرين :

1- التدريب على تقشير الأسلاك بالطرق والعدد المناسبة .

2- التدريب على عمل الوصلات المختلفة - وصلة البوات (زيل الفار) الوصلة العدلة – وصلة حرف T .

الخامات المطلوبة :

قطعتيي سلك نحاس مصمت مفرد معزول بلاستك 1مم2 القطعة بطول 5 سم

العدد والألات اللازمة :

م	العدد والأدوات
1	قشارة سلك من أى نوع (في حالة عدم تواجدها تستخدم آداة مناسبة للتقشير تحت إشراف المدرس .
2	زرادية مبططة معزولة 6ً.
3	قدم صلب
4	قصافة سلك معزولة 6ً

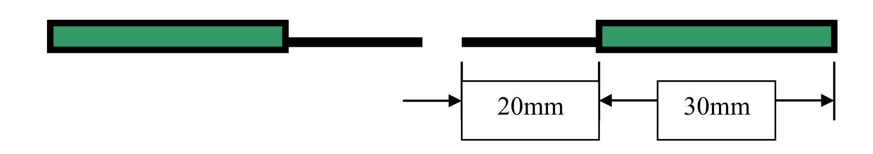
خطوات تنفيذ التمرين :

3– 3 – 2 – **1- وصلة البوات (زيل الفار)**

1- يتم تقشير قطعتى السلك .

2- يتم جدلهما معاً أما باليد أو بالزرادية ..

3- تعزل الوصلة بالشريط العازل

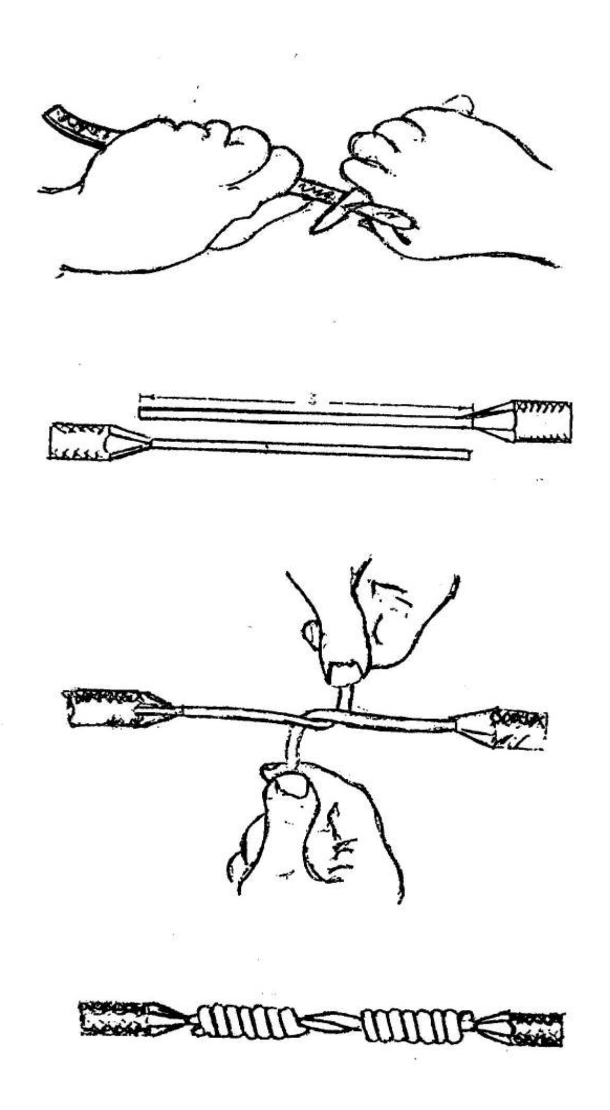




شكل (3-9) وصلة البوات (زيل الفار)

3– 3 – 2 – 2- وصلة عدلة

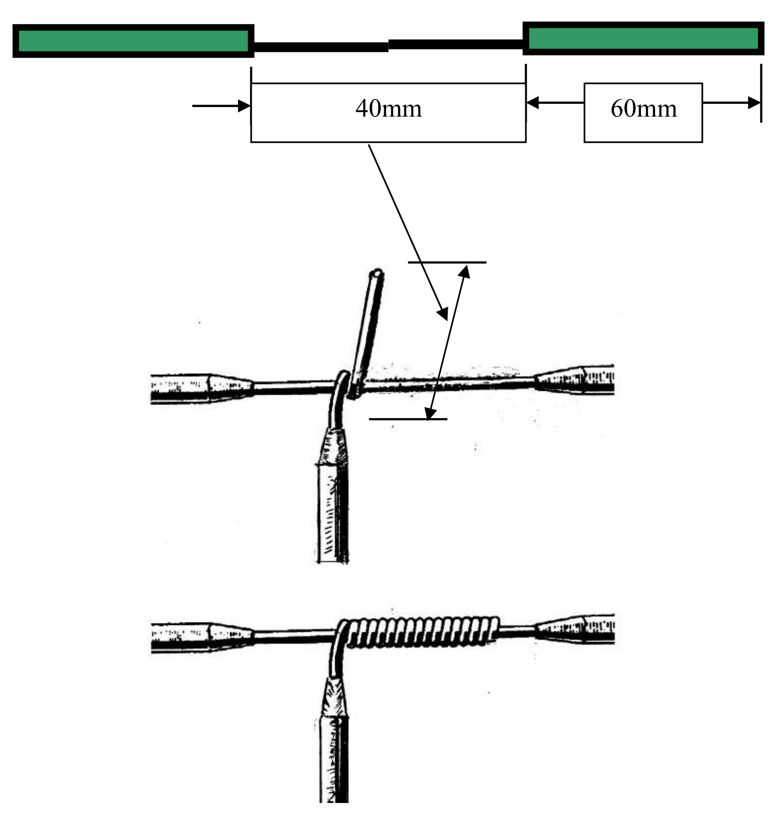
1. تقشير السلك .
2. لف طرف السلك الأول حول السلك الثاني بإتجاه عقارب الساعة ثم لف طرف السلك الثاني بإتجاه عكس عقارب الساعة بشكل منتظم شكل (3 – 10)



شكل (3- 10) يبين طريقة جدل الوصلة العدلة لسلك مصمت .

3 – 3 – 2 – 3- وصلة على شكل حف T من سلك مصمت

3. تقشير السلك .
4. ثبت السلك الرأسي على السلك الأفقي بحيث يكون متعامد علية .
5. لف السلك الرأسي على السلك الأفقي بشكل منتظم مع أو عكس عقارب الساعة لتحصل علي الوصلة المطلوبة شكل (3 – 11)



شكل (3 – 11) وصلة حرف T من سلك مصمط

التمرين الثاني

اسم التمرين :

عمل الوصلات المختلفة لسلك كابل شعيرات 6 مم 2 .

الغرض من التمرين :

1- تنفيذ الوصلة العدلة (الشعيرات المتداخلة) .

2- تنفيذ وصلة حرف T .

الخامات المطلوبة :

سلك كابل نحاس شعرات معزول بلاستك 6مم2 (بطول 25 سم لكل وصلة) .

العدد والألات اللازمة :

م	العدد والأدوات
1	نفس العدد والأدوات المستخدمة فى التمرين السابق

طريقة التنفيذ :

3 – 3 – 2 – 4- الوصلة العدلة (وصلة الشعيرات المتداخلة)

1- يتم تقشير طرفي قطعتى السلك بطول 75 مم .

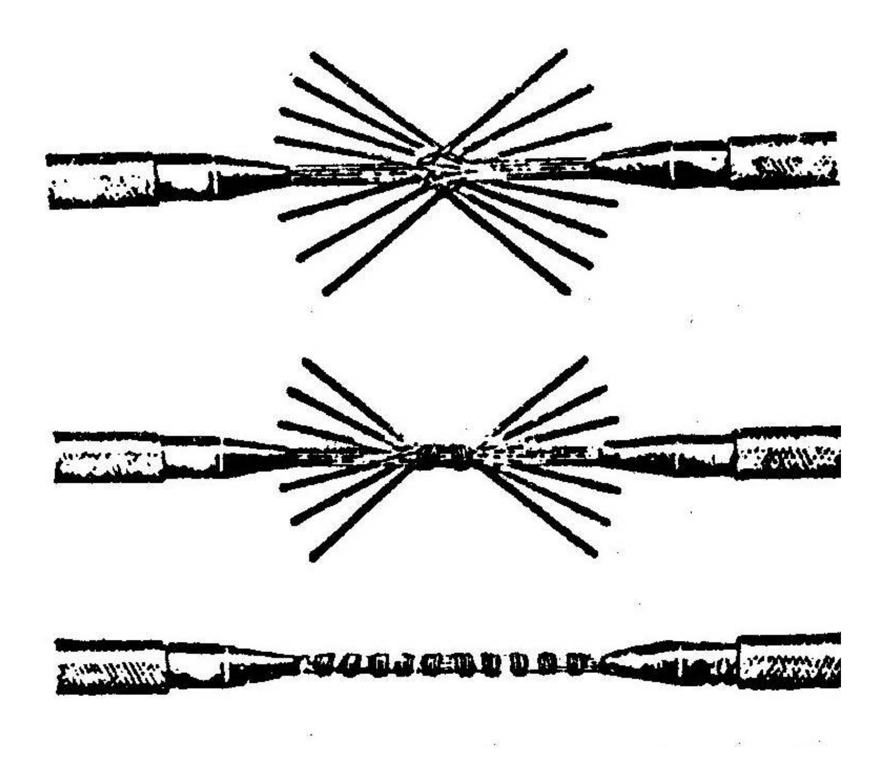
2- يتم يتم فرد شعيرات الأسلاك كل علي حدة لمسافة 25 مم ونبقى 50 مم بدون فرد .

3- نشابك أطراف الكابل الأول مع أطراف الكابل الثاني .

4- نقوم بلف الأسلاك من الكابل الأول علي الأسلاك المجدولة من الكابل الثاني واحد بعد الآخر في اتجاه عقارب الساعة وبنفس الطريقة نلف أسلاك الكابل الثانى على الكابل الأول عكس اتجاه عقارب الساعة (عكس اللف السابق) .

5- يتم عمل تشطيب العملية باستخدام الزراديات المختلفة والقصافة لتحسين شكل الوصلة .ثم تعزل الوصلة .

شكل (3- 11) خطوات تنفيذ وصلة الشعيرات المتداخلة (المتشابكة) .



شكل (3- 11) يبين خطوات تنفيذ وصلة الشعيرات المتداخلة (المتشابكة) .

3 – 3 – 2 – 5- الوصلة حرف T :

1يتم تقشير طرف الكابل الأول بطول 75 مم

2يتم تقشير طرف الكابل الثاني من المنتصف لمسافة 50 مم.

3يتم يتم فرد شعيرات الكابل الأول لمسافة 40مم ونبقى 10 مم بدون فرد ونرط الكابل عندها حتى لاتتفكك الأسلاك

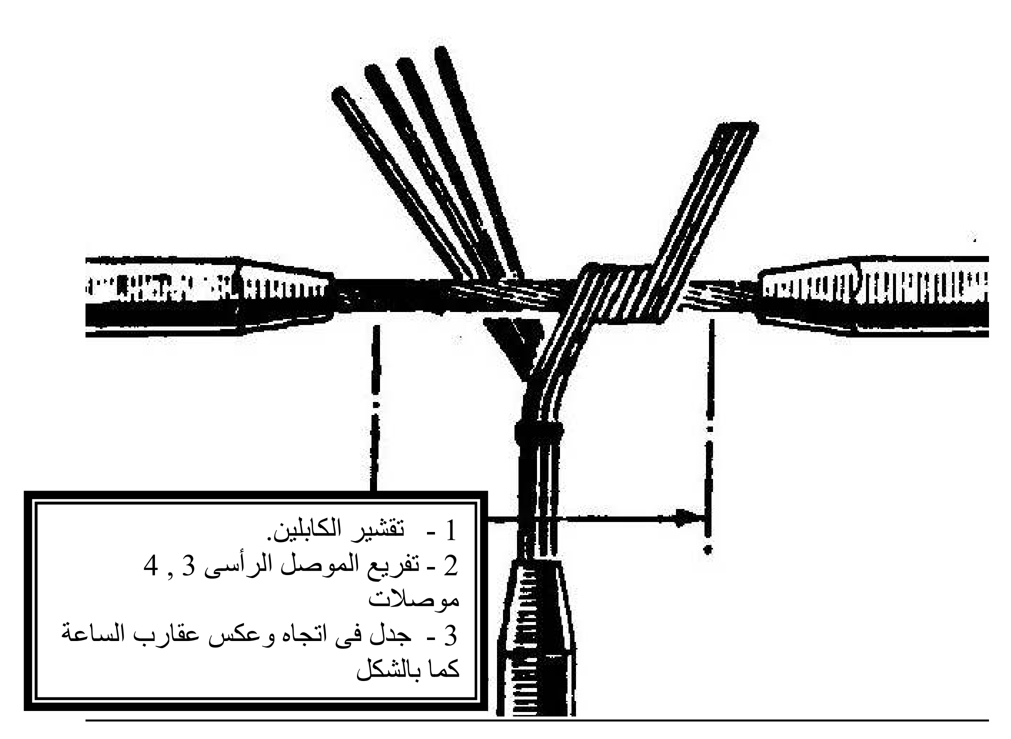
.

4 نقسم أطراف الكابل الأول الموضوع بشكل رأسي إلي قسمين 3 موصلات و 4 موصلات ونضع الكابل الثاني من منتصفة بين موصلات الكابل الأول .

5 نلف القسم الأول من الأسلاك وليكن الثلاثة باتجاة عقارب الساعة والأربعة أسلاك عكس اتجاة عقارب الساعة .

6 تم عمل تشطيب العملية باستخدام الزراديات المختلفة والقصافة لتحسين شكل الوصلة .ثم تعزل الوصلة .

وشكل (3 –12) يبين خطوات التنفيذ



شكل (3-11) يبين طريقة تنفيذ الوصلة حرف T لسلك كابل شعيرات .

التمرين الثالث

اسم التمرين :

عمل العروة وقصدرتها وتثبيت الأسلاك فى الأدوات الكهربية.

الغرض من التمرين :

1- التدريب على عمل العروة وقصدرتها .

2- التدريب على طرق تثبيت الأسلاك فى الأدوات الكهربية .

الخامات المطلوبة :

1- قطعتين من السلك بطول 7 سم (سلك مصمت – سلك شعيرات) .

2- قصدير بالقلفونية واحد جم لكل عروة .

3- مساعد لحام (فلكس – قلفونية) علبة صغيرة للجميع .

العدد والأدوات

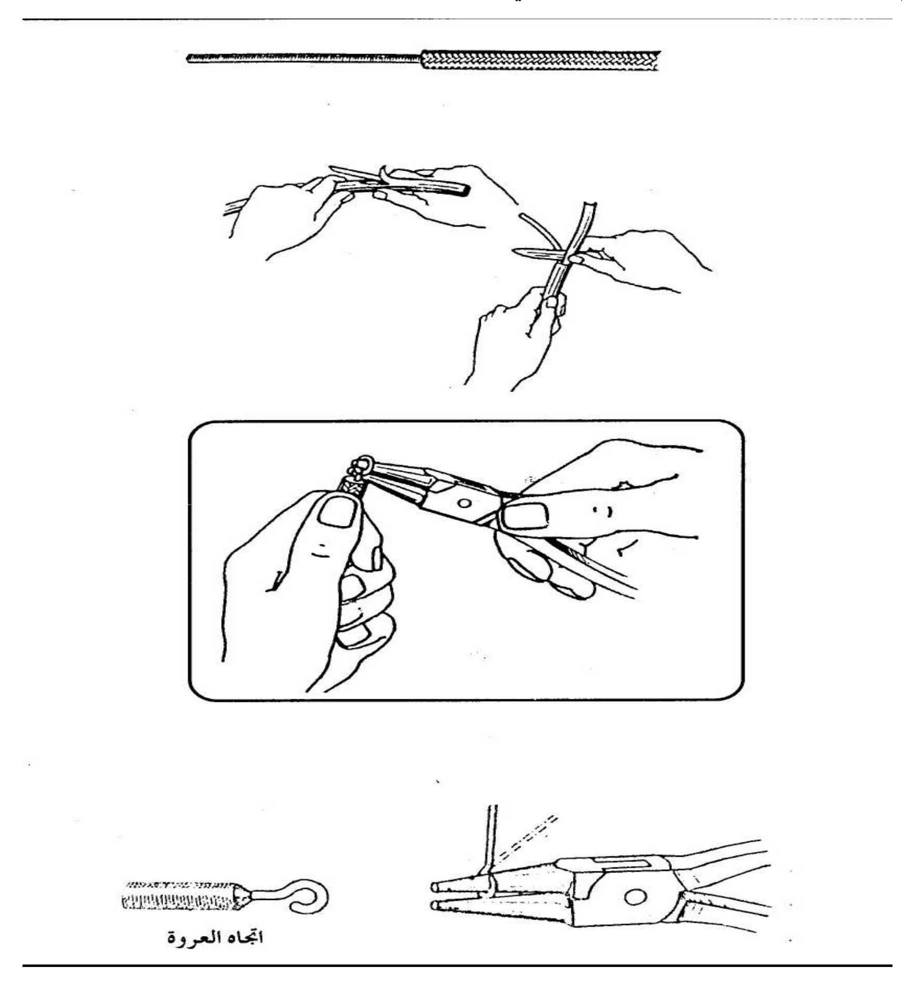
م	العدد والأدوات
1	قشارة سلك من أى نوع (في حالة عدم تواجدها يتخدم الكاتر تحت إشراف المدرس .
2	زرادية مبططة معزولة 6ً.
3	زرادية ببوز ملفوف.
4	قصافة سلك معزولة 6ً
5	كاوية لحام كهربية

طريقة التنفيذ :

3 – 3 – 2 – 6- عمل العروة وقصدرتها :

1- يتم ضبط القشارة لتناسب مقطع السلك المراد إزالة جزء العازل منه ،وإذا لم يتيسر وجود القشارة نستعمل آلة حادة(تحت إشراف المدرس) ؛ بالطريقة السابق شرحها بالبند (3 –2 – 1) .

2- إذا كان الربط تحت مسمار فيتم عمل عروة بالزرادية ذات البوز الملفوف كما هو موضح بشكل (3-12) ويتم قصدرتها على أن تكون فتحة العروة في إتجاه ربط المسمار .



شكل (3-12) طريقة عمل العروة

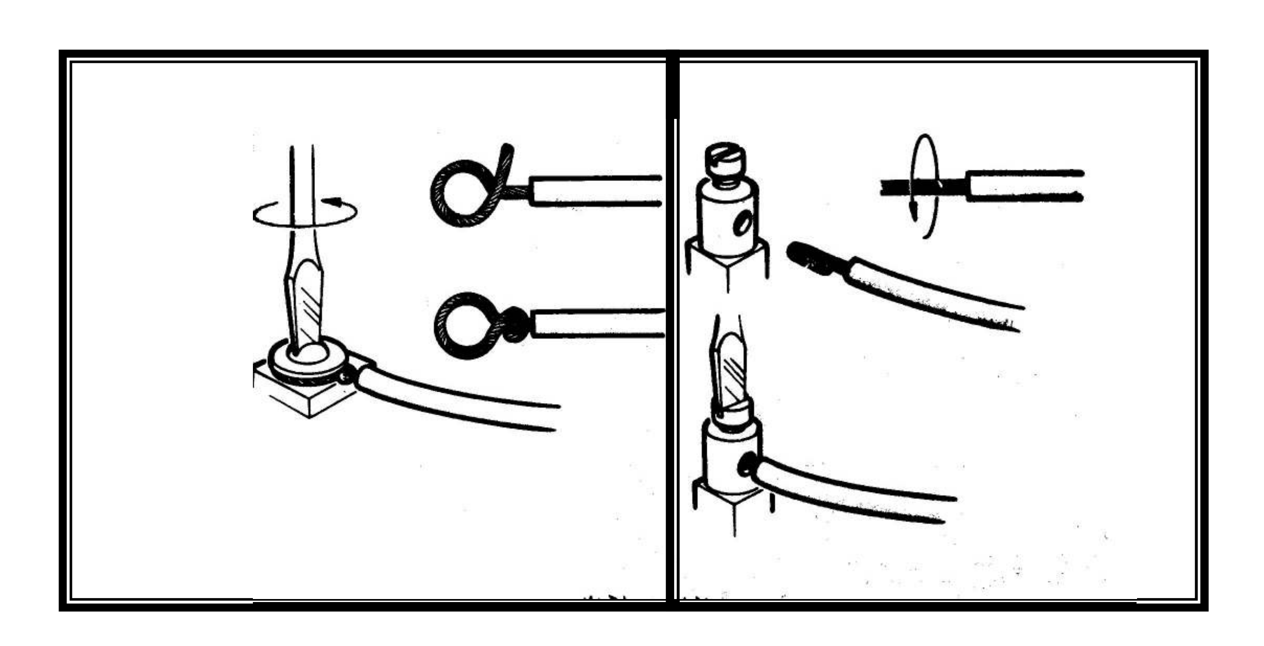
3 – 3 – 2 – 7- طرق تثبيت الأسلاك فى الأدوات الكهربية :

1- بداية يجب تنظيف السلك جيداً قبل ربطة وفي حالة السلك الشعيرات يجب جدلها جيدا ويمكن قصدرته بواسطة كاوية اللحام الكهربية والقصدير مع استعمال مساعد اللحام (مع مراعاة عدم ترك الكاوية على السلك مدة طويلة حتى لا تؤثر على العازل) .

2- إذا كان الربط داخل ثقب يربط عليه مسمار مقلوظ يراعى أن تكون مسافة تقشير السلك تساوى عمق الثقب ، فإذا كانت أقل فسوف يتم الربط على العازل مما يسبب التوصيل الردىء ، وإذا كانت أكبر قد تؤدى إلى تلامس الموصلات العارية .شكل (3 – 14 أ)

3- أما اذا كان الربط تحت مسماريتم عمل عروة شكل (3 – 14 ب)

ملحوظة : يراعي قصدرة الموصلات ذات الشعيرات قبل ربطها فى ثقوب الأدوات والأجهزة الكهربية لتلافى تلامس شعيراتها مع بعضها مما يسبب قصر داخل أدوات التركيبات الكهربية أيضا .



.شكل (3 – 14 أ) ربط نهاية الموصل داخل ثقب مسمار زنق (مسافة التقشير = مسافة عمق الثقب)

.شكل (3 – 14 ب) ربط نهاية الموصل تحت وردة ورأس مسمار (يتم عمل خية)

التمرين الرابع

اسم التمرين :

تركيب النهايات (الترامل) للموصلات ذات الشعيرات

الغرض من التمرين :

التدريب على تركيب وضغط نهايات التوصيل المختلفة للموصلات ذات الشعيرات .

العدد المستخدمة :

م	العدد والأدوات
1	قشارة سلك من أى نوع.
2	زرادية ضغط نهايات التوصيل (كبس الترامل)
3	قدم صلب
4	قصافة سلك معزولة 6ً

الخامات المطلوبة :

1 - قطع من السلك بطول 7 سم (سلك شعيرات) 2 - 6 مم2.

2 - نهاية كابل مناسب لقطر السلك الكابل

طريقة التنفيذ :

1- يتم ضبط القشارة لتناسب مقطع السلك المراد إزالة جزء العازل منه ،وإذا لم يتيسر وجود القشارة نستعمل آلة حادة (تحت إشراف المدرس) على أن يتم الحز في العازل دائريا (دون الضغط)ً ثم سحب الجزء المراد إزالته من العازل ، مع المحافظة على الموصل دون خدش اثناء ذلك . مع مراعات أن يكون الطول المنزوع من عليه العازل مساوياً تماماً للجزء الأسطوانى من الترمل (النهاية) والمعد لدخول السلك فيه .

2- يبرم الجزء العارى من السلك جيدا ثم يدخل داخل الترمل على ألا يظهر أى جزء عارى خارج الترمل .

3- يضغط على الترمل وبداخله السلك ببنسة الترامل .

4- لنجاح هذة العملية يجب مراعاة أن قطر السلك = مقاس الترمل = ضبط فتحة الضغط المناسبة على بنسة الترامل وأن يكون الضغط على المكان الناسب من الترمل وذلك لنجاح عملية الضغط (الكبس) .

5- للتاكد من نجاح عملية الكبس يشد السلك خارج الترمل بقوة متوسطة .

شكل (3- 13) يبين أحد أنواع بنس الترامل وعدة أنواع من نهايات التوصيل المختلفة .



شكل (3- 13) يبين أحد أنواع بنس الترامل وعدة أنواع من نهايات التوصيل المختلفة

الباب الرابع

دوائر الإضاءة الكهربية

4-1 الرموز والمصطلحات المستخدمة في التركيبات الكهربية :-

المقدمة: الرمز الكهربى هو تبسيط الدلالة على المعدات الكهربية مثل المفتاح والخطوط والمقابس وغيرها ، وقد صنفت هذة الرموز فى جداول إلى أربعة أعمدة ؛ العمود الأول من جهة الشمال يمثل اسم الرمز الكهربى ، والعامود الثانى يمثل الدائرة التنفيذية أى الشكل التمثيلى للدائرة على الطبيعة ، والعامود الثالث يمثل دائرة سير التيار ، والعامود الرابع يمثل الرمز الخطى للمعدة الكهربية .

4 – 1 – 1 - أنواع الدوائر الكهربية :-

1- الدائرة الخطية : هى أبسط أنواع رسم التوصيلات الكهربية وترسم عادةً من قطب واحد (خط واحد) حيث إنها توضح مكونات الدائرة بحيث يمكن تتبع مسار التيار الكهربى بسهولة . كما يوضع عليها مواصفات

الدائرة من حيث عدد الأسلاك ومساحة مقطعها ونوع الحماية والقواطع وكذلك نوع الأحمال .لذلك يجب على الفنيين فى المتخصصين معرفة وقراءة الرموز والمصطلحات الأساسية وفقا للكود المصري.

2- دائرة سير التيار : تبين سير التيار الكهربى بالدائرة حيث توضح المعدات والأجهزة الكهربية بين قطبى الكهرباء L , N (وجه واحد) أو L1 , L2 , L3 , N (ثلاثة أوجه) . توصل بخطوط مستقيمة بدون تقاطعات .

3- الدائرة التنفيذية : وهى خطة توصيل فعلية تبين وضع الدائرة بجميع أجزائها ؛ حيث تبين عدد خطوط التوصيلات الإنشائية وكيفية إتصال الأسلاك بالمعدات والأجهزة الكهربية وشبكات الخطوط وهكذا ، اى إنها تفصيل للدائرة الخطية .

جدول (1- 4) تبين الرموز والمصطلحات الأساسية
وفقأ للمصطلحات الدولية في دوائر الإنارة والتركيبات الكهربية .

المســـــمى	الرسم فى الدائرة التنفيذية	الرسم فى دائرة سير التيار	الرسم فى الدائرة الخطية
الموصل بصورة عامة			
موصل حماية			
وصلة مستديمة			
وصلة قابلة للفصل			
مصدر قدرة عامة	U	U	G
مصدر قدرة كيميائى			
أطار « مبيت » المعدات والأجهزة الكهربية			
علبة تفريع (بواط)			
توصيلة بصورة عامة مثل توصيلة ميكانيكية			
مفتاح توصيل يشغل بالضغط			
مفتاح توصيل يشغل بالضغط			

تابع جدول **(1- 4)** الرموز والمصطلحات الأساسية

وفقاً للمصطلحات الدولية في دوائر الإنارة والتركيبات الكهربية .

المسمى	الرسم فى الدائرة التنفيذية	الرسم فى دائرة سير التيار	الرسم فى الدائرة الخطية
مفتاح توالى « مفتاح نجفة »			
مفتاح باتجاهين « مفتاح تبديل »			
مفتاح باتجاهين مزدوج			
مفتاح وسط « مفتاح تصالب »			
مقبس مؤرض «بريزة مؤرضة»			
ملف متمم أو ملف مفتاح تلامس			
مفتاح تلامس أحداهما يوصل والآخر يفصل			
متمم نبضى			
متمم تأخير زمنى			
مقاومة			
مقاومة متغيرة			

تابع جدول (1- 4) الرموز والمصطلحات الأساسية

وفقاً للمصطلحات الدولية في دوائر الإنارة والتركيبات الكهربية .

الرمز	المسمى	الرمز	المسمى
المواصــــلات		**تمديد المواصلات**	
	موصل « بصفة عامة »		موصل تحت الأرض ، مثل كابل أرضى
	موصل متنقل		موصل فوق الأرض ، مثل خط هوائى .
	موصل يرمز لعدد الخطوط «٣ مثلا»		موصل على طلاء الجدار .
	موصل يرمز لعدد الدوائر «٢ مثلاً»		موصل داخل طلاء الجدار .
	موصل وقاية للتأريض أو لدائرة وقاية		موصل تحت طلاء الجدار .
	موصل نداء أو جرس		موصل ممدد على عازل
	موصل تليفون		موصل محجب مع علامة التأريض
	موصل راديو		
الأجهــــزة			
	جهاز تليفون منزلى		ساعة كهربائية
	جهاز استقبال «إذاعى»		جهاز استقبال «تليفزيونى»
	جهاز تكييف الهواء		جهاز تهوية محرك كهربائيا
	سخان كهربى		مختزن للحرارة
	غسالة كهربائية		غلاية ماء
	غسالة صحون		ثلاجة أو ديب فريزر
	موقد كهربائى		فرن كهربائى
	بادئ تشغيل		المصابيح « تمثيل عام »
	المصابيح «مع ذكر عدد المصابيح»		مصابيح قابلة للتعميم « الإظلام »
	مصابيح إضاءة للطوارئ		مصابيح أضاءة للتحذير
	كشاف الضوء		مصباحين بمسارى تيار منفصلين
	مصباح مع مصباح طوارئ		مصباح تفريغ كهربائى

تابع جدول (1- 4) الرموز والمصطلحات الأساسية
وفقاً للمصطلحات الدولية في دوائر الإنارة والتركيبات الكهربية

المســـــمى	الرسم فى الدائرة التنفيذية	الرمز فى دائرة سير التيار	الرمز فى الدائرة الخطية
مقاومة سخان			
مجفف كهربى			
مصباح			
مصباح متوهج «مصباح مراقبة»			
جـــرس			
قفل باب كهربى			
ميكرفـــون			
مستقبل صوتى			
سماعة مكبر صوتى			
ڤولتمتر		V	V
أمبير متر		A	A
مصهر			
أرضـــى			

2-1-4 أجهزة القياس الكهربية :

هي أجهزة توفر للفنيين والمهندسين مميزات كثيرة لقياس الجهد للتيار المستمر والمتغير وذلك بواسطة جهاز الفولتمتر ، وكذا قياس شدة التيار سواء للتيار المتغير أو المستمر بواسطة جهاز الأميتر .

وقد جمع الجهازين السابقين مع مميزات آخرى مثل قياس المقاومة وسعة المكثفات واختبار بعض المكونات الإلكترونية في جهاز واحد يسمي الآفوميتر أو الجهاز متعدد القياسات ويوجد منأجهزة القياس نوعان :-

5.النوع التناظرى Analog وهو ما يزود بؤشر يتحرك أمام واجهه تبين تدريجات الجهازومدون عليها هذه الرموز .

1 - وضع الجهاز أثناء القراءة (رأسي ⊥ افقي, ⊓ , مائل بزاوية ⁄)

2 - جهاز لقياس التيار المستمر فقط ويحمل الرمز (⎓) .

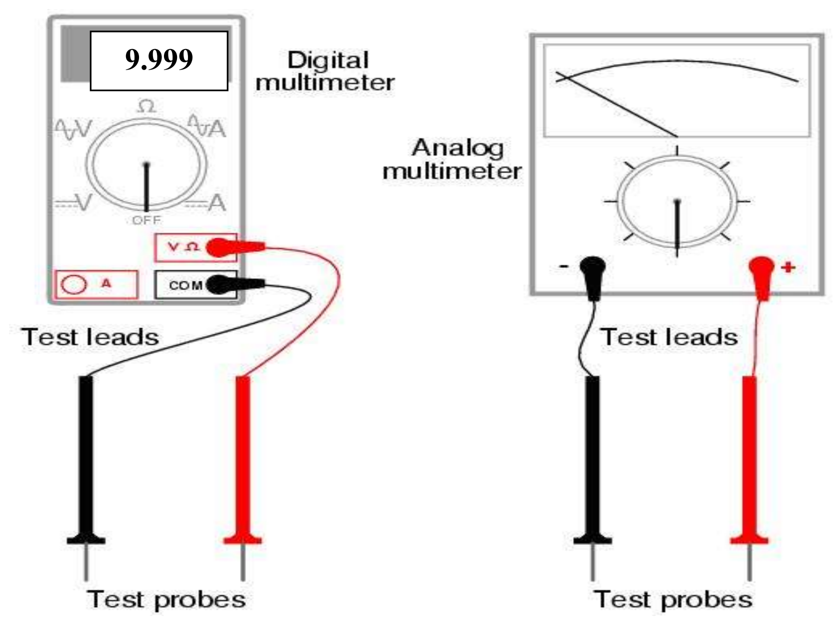
3 - جهاز لقياس التيار المتردد فقط ويحمل الرمز (~)

4 - جهاز لقياس التيار المتردد والمستمر ويحمل الرمز (~_)

لذلك يجب التأكد من مناسبة الجهاز لقياس نوع الجهد (متردد - مستمر) :

6. النوع الرقمى Digital وهو مزود بشاشة رقمية تظهر عليهاالقيمة المقاسة مباشرة

كما يوجد جهاز يستخدم في رسم الموجات الكهربية ويسمى جهاز الأوسيلوسكوب (أو راسم الأشارة) . شكل (4-1) يبين الفرق بين الجهاز التناظرى والرقمى .



شكل (4-1) الفرق بين الجهاز التناظرى والرقمى .

4 – 1 – 2- 1 - جهاز الفولتميتر :

وهو جهاز يستخدم لقياس فرق الجهد سواء كان على المصدر الكهربى أو على الحمل الكهربى . مقاومة هذا الجهاز عالية لذا يوصل على التوازى مع الحمل. ووحدة القياس هي الفولت أو كسورة العشرية مثل المللي فولت (الفولت = 1000 مللى فولت) أو مضاعفاتة مثل الكيلو فولت (الكيلو فولت = 1000 فولت) .

الشروط التى يجب مراعاتها عند إستخدام جهاز الفولتميتر :-

1. توصيل الجهاز على التوازى عبر النقط المراد قياس فرق الجهد بينها .
2. ضبط الجهاز على قيمة أكبر من القيمة المحتمل قياسها للجهد وإذا لم تحدد يضبط على أكبر قيمة للقياس بالجهاز وذلك بواسطة تحريك مفتاح الاختيار الموجود بالجهازإن وجد .

شكل (4- 2) يوضح جهاز فولتميتر من النوع التناظرى تدريجه من صفر حتى 500 فولت يقيس كلا من التيار المستمر والمتردد ويعمل داخل اللوحة الكهربية .



شكل (4- 2) جهاز فولتميتر من النوع التناظرى

4 – 1 – 2- 2 - جهاز الأميتر :-

وهو جهاز يستخدم لقياس شدة التيار المارة بالدائرة الكهربية ويوصل بالتوالى مع الدائرة المراد قياس شدة التيار بها .
ووحدة قياس شدة التيار هى الأمبير أو كسوره العشرية المللى أمبير أو مضاعفاته الكيلو أمبير .

وتتميز الأميترات بصغر مقاومتها الداخلية ، حتى لا يؤدى توصيلها بالدائرة إلى هبوط في الجهد على طرفي الجهاز مما يؤثر على دقة القياس .

الشروط التى يجب مراعاتها عند إستخدام جهاز الأميتر :-

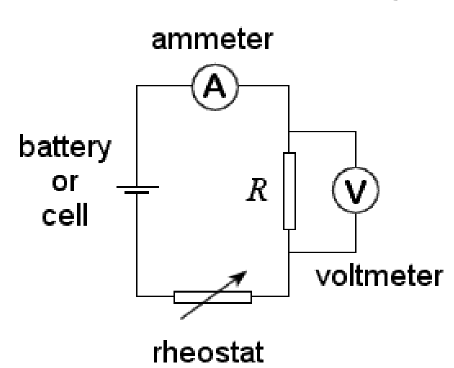
1. توصيل الجهاز على التوالى بين النقط المراد قياس شدة التيار المار بها .
2. هذا بجانب الشروط المذكورة مسبقا بجهاز الفولتميتر.

شكل (4- 3أ) يوضح جهاز أميتر من النوع التناظرى له تدريجين و يقيس كلا من التيار المستمر والمتردد ويعمل على بنك الشغل .



شكل (4- 3أ) جهاز أميتر من النوع التناظرى

شكل (4- 3 ب) يبين دائرة تخطيطية لتوصيل كل من الفولتميتر (voltmeter) على التوازى مع المقاومة (R) والأميتر (ammeter) على التوالى مع الدائرة .



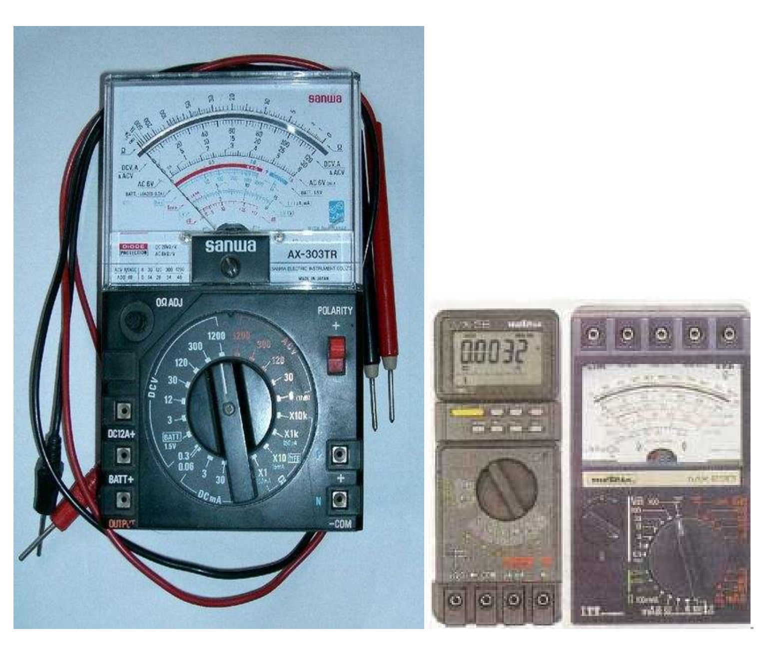
شكل (4-3ب) قياس المقاومة.



شكل (4-4) يبين وضع عملي لقياس الجهد الكهربى لمأخذ تيار(بريزة) تيار متردد

4 – 1 – 2- 3 - جهاز الآفوميتر : (AVO) METER

يعتبر جهاز الآفوميتر جهاز متعدد القياسات (Multimeter) سواء كان تناظرى أو رقمى وهو من أكثر اجهزة القياس شيوعاً في مجال الإلكترونيات والكهرباء حيث أنة جهاز نقالى و يقيس الجهد وشدة التيار و المقاومة الكهربية بالإضافة إلى أنة توجد أنواع بها إمكانية قياس سعة المكثفات واختبار الموحد و جودة الترانزستور . كما أنه يمتاز بسهولة الاستخدام بالأضافة الي الدقة في القراءة وشكل (4- 5) أنواع مختلفة من أجهزةالآفوميتر



شكل (4- 5) أنواع مختلفة من أجهزةالآفوميتر التناظرى والرقمى

4 – 1 – 3- كيفية استعمال الآفوميتر :

لاتختلف طرق استعمال كل من الآفوميتر التناظرى والرقمى إلا في وسيلة الحصول على القراءة فالأول تكون قراءته عن طريق مؤشر يتحرك امام تدريج والثانى يعطى قيمة القراءة عددية على شاشة الجهاز .

4 – 1 – 3- 1 - قياس الجهد :

التيار المستمر DC

1. يجب أن نغير مفتاح أختيار القياس (المعيار) الى أحد قيم قياس التيار المستمر DCV والذى يناسب الجهد المراد قياسه .
2. يوضع طرف القياس المميز باللون الأحمر في منفذ قياس الأوم والفولت و طرف القياس المميز باللون الأسود في منفذ COM (المشترك) ، ويمكننا تحريك مفتاح اختيار القياس للحصول على أفضل قراءة بحسب قيمة الجهد . فعلي سبيل المثال إذا كنا نقيس جهدا بحدود 15 فولت نضع مفتاح مدى القياس علي أكبر أقرب قيمة لل(15) فولت .
3. التيار المتردد AC :
4. يجب أن نغير مفتاح أختيار القياس (المعيار) الى أحد أماكن قياس التيار المتردد ACV والذى يناسب الجهد المراد قياسه.
5. وضع أطراف التوصيل لن يتغير ونقوم بضبط مفتاح المدى علي أكبر أقرب قيمة للجهد المراد قياسة .

4 – 1 – 3- 2 - قياس شدة التيار :

التيار المستمر DC :

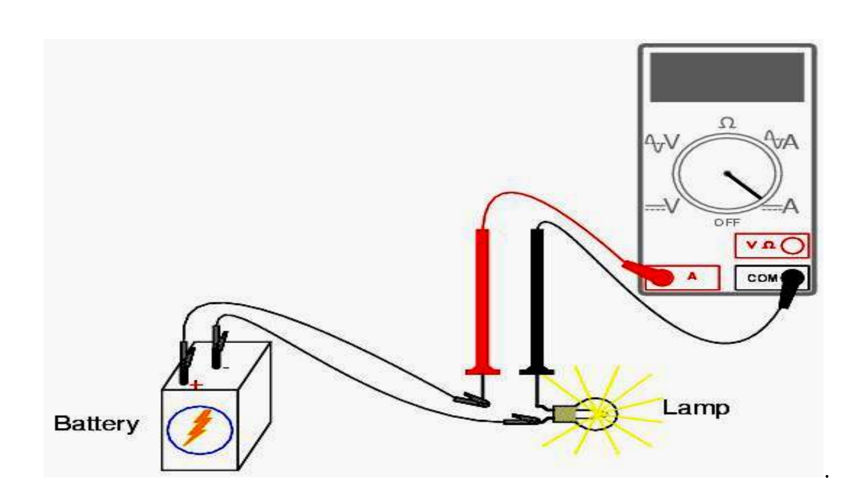
1- يجب أن نغير مفتاح أختيار القياس (المعيار) الى أحد أماكن قياس التيار المستمر DCA والذى يناسب شدة التيار المراد قياسه .

2- يوضع طرف القياس المميز باللون الأحمر في منفذ قياس MA إذا كانت شدة التيار المراد قياسها أقل من 1A ، أما إذا زادت عن ذلك فيوضع في منفذ 10A (أو 20A بحسب نوع الجهاز) ، و طرف القياس المميز باللون الأسود في منفذ COM (المشترك) ، ويمكننا تحريك مفتاح اختيار القياس للحصول على أفضل قراءة بحسب قيمة شدةالتيار .

التيار المتردد AC :

بعض الأجهزة يمكنها قياس شدة التيار المتردد وتتبع نفس الخطوات مع وضع مفتاح أختيار القياس علي ACA بدلاً من DCA .

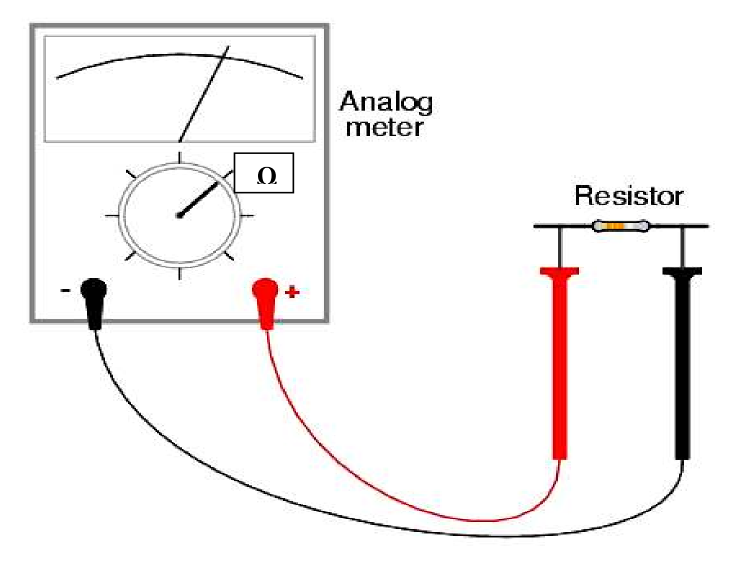
ولقياس التيار المار في دائرة كهربائية كل ماعليك هو ان تفتح مسارا في الدائرة الكهربائية لتضع فيه طرفي الاميتر أى (التوصيل على التوالى) والشكل (4 – 6) يوضح كيفية قياس شدة تيار مارة تتكون من مصباح كهربى وبطارية.



شكل (4 - 6) يوضح كيفية استخدام جهاز الآفوميترلقياس شدة تيار دائرة كهربية.

<u>4 – 1 – 3- 3 - قياس المقاومة :-</u>

يجب أن نغير مفتاح أختيار القياس (المعيار) الى أحد أماكن قياس المقاومة التي أمامها الرمز (Ω) كما يوضع طرف القياس الأحمر في منفذ قياس الأوم والفولت والطرف الأسود في منفذ COM (المشترك) ، وفي حالة ظهور الرقم (1) فقط علي الشاشة فى الأجهزة من النوع الرقمى يعنى ذلك ان قيمة المقاومة المراد قياسها أعلى من القيمة التى اخترناها باستعمال مفتاح اختيار القياس . عند ذلك يجب تحريك المفتاح الى وضع آخر بقيمة أعلى حتى تظهر لنا قيمة المقاومة والشكل (4 – 7) يوضح كيفية قياس المقاومة .

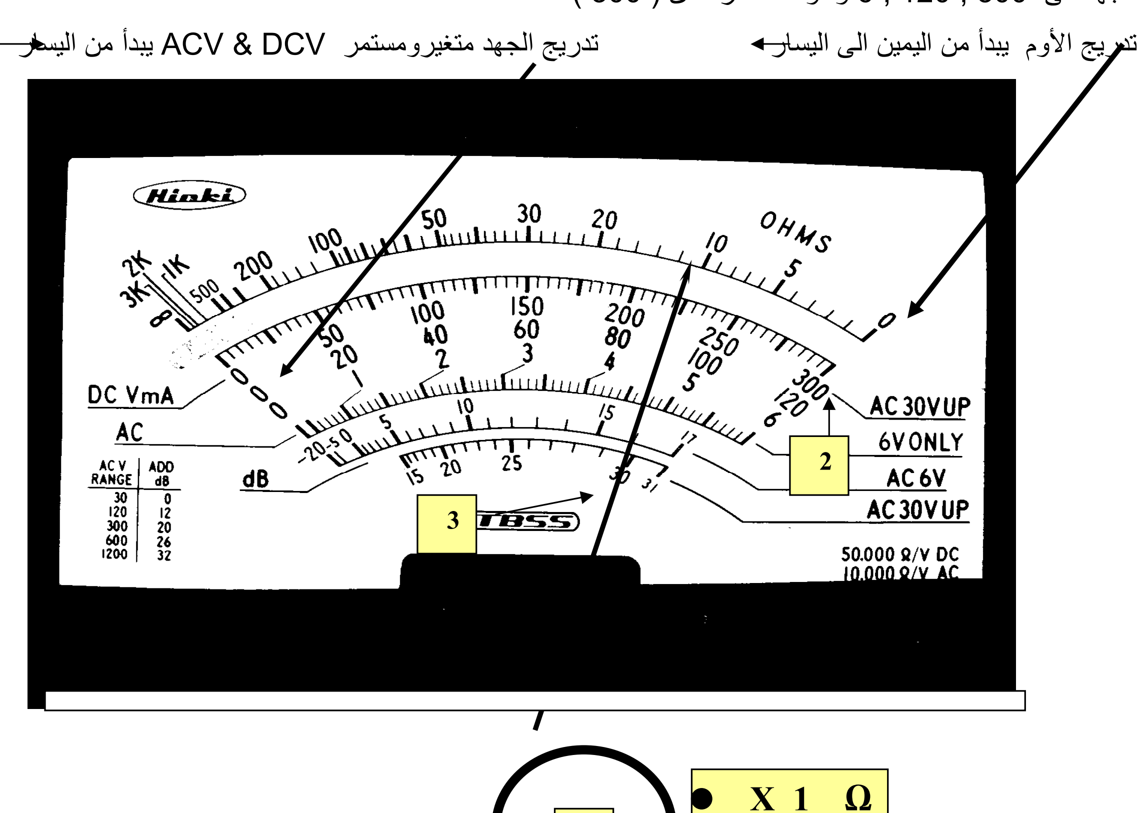


شكل (4 – 7) يوضح كيفية قياس المقاومة

4 – 1 – 3- 4 – قراءة القيم المقاسه

1 – الأجهزة التناظرية :

قراءة القيم المقاسه على الأجهزة التناظرية ليست مباشرة أى أن قراءة القيم التي يقف عليها مؤشر القياس لاتدل على القيمة الحقيقية للجهد أو التيار أو الأوم هذا في حالة ماإذا كان الجهاز المستعمل له أكثر من مدى مثلا الجهاز الموضح بالشكل (4 -) له أكثر من مدى ومفتاح الإختيار أو المعيار موضوع على المدى (300V) ويوجد ثلاثة تدريجات للجهد هى 300 , 120 , 6 وسوف نختار مدى (300)



300

DC V

1

- X 1 Ω
- X 10 Ω
- X 1 K Ω

قيمة الجهد = المدى الموضوع علية مفتاح الإختيا ر **1** مقسوم على نهاية التدرريج الذى سوف نقرأعليه **2** مضروب في قراءة المؤشر **3**

$$\text{قراءة الجهاز} = \frac{300}{300} \times 215 = 215 \text{ فولت}$$

تنطبق هذه الطريقة علي قراءة الجهد والتيار متغير ومستمر .

ولقراءة تدريج الأوم نفرض أننا غيرنا مفتاح المدى أو الأختيار إلي وضع الأوم **X10** كما بالشكل فتكون القراءة:

قيمة المقاومة = قراءة المؤشر X المدى

قيمة المقاومة = **14 X10 = 140 Ω**

نفرض أننا غيرنا مفتاح المدى علي **1K** لنفس وضع المؤشر تكون القراءة :

قيمة المقاومة = **14 X1K = 14K Ω**

__ تدريب : ماهي قراءة قيمة الجهد

المؤشر يقف : على 125 على التدريج الذى ينتهى ب300 وعلى25 على التدريج الذى ينتهى ب 120 وعلى 5 على التدريج الذى ينتهى ب 6 ولكى نحصل على القراءة الحقيقية

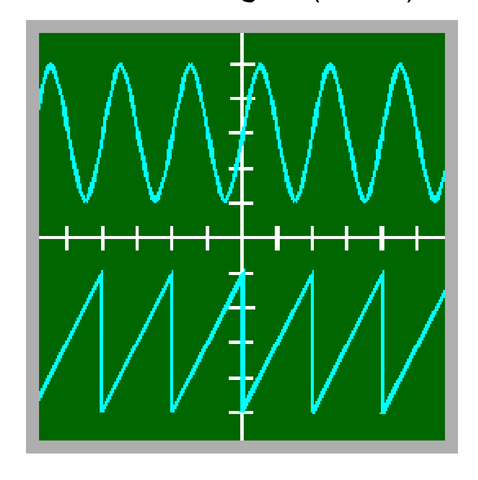
3- الاوسيلوسكوب :

الأوسيلوسكوب من أهم أجهزة القياس وإختبار الدوائر الإلكترونية حيث أنه يمكننا من رؤية الإشارات في نقاط متعددة من الدائرة وبالتالي نستطيع اكتشاف إذا كان أي جزء يعمل بطريقة صحيحة أم لا. فالأوسيلوسكوب يمكننا من رؤية صورة الاشارة ومعرفة شكلها فيما إذا كانت جيبية أو مربعة مثلا.

وشكل (4 - 8) يوضح صورة الأوسيلوسكوب وقد تختلف الأشكال من جهاز إلى آخر ولكنها جميعاً تحتوي على أزرة تحكم متشابهة ووظيفة الأوسيلوسكوب هي عمل رسم للجهد والزمن حيث يمثل الجهد بالمحور العمودي و الوقت بالمحور الأفقي كما بشكل (4 – 9) الذى يبين صورة لموجة جيبية وآخرى سن المنشار .



شكل (4 – 8) يوضح صورة الأوسيلوسكوب



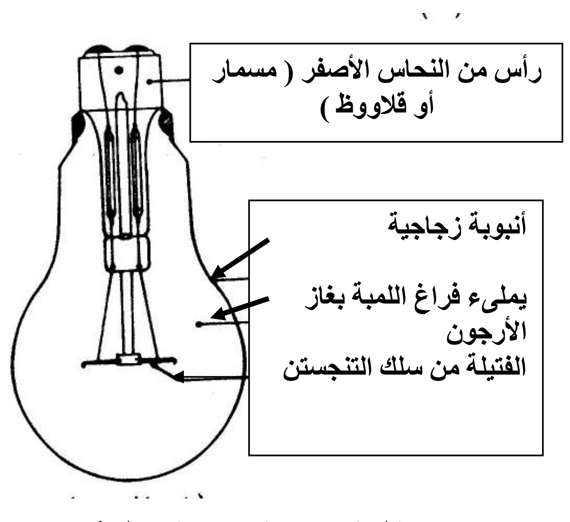
شكل (4 - 9) يبين صورة لموجة جيبية وآخرى سن المنشار

4 – 1 – 4- أنواع المصابيح الكهربية المستخدمة فى الإضاءة :

نحصل على الإضاءة الصناعية باستعمال اللمبات الكهربية بمختلف أنواعها وأشكالها وتعدد أساليب وطرق تشغيلها وهذه اللمبات تستهلك طاقة كهربية تحولها الى طاقة ضوئية . ويمكن تصنيف لمبات الاضاءة الكهربية إلى ثلاثة أنواع أساسية تميز جسب نظرية تشغيل كل منها ، وهى :-

1- لمبات التوهج :

يرجع الفضل في اختراعها الى العالم توماس اديسون في أواخر القرن التاسع عشر وقد أدخلت عليها تحسينات عديدة خلال تلك السنين الماضية حتى وصلت الينا بهذه الصورة . شكل (4- 10) يبين تركيب لمبة توهج .



شكل (4- 10) يبين تركيب لمبة توهج

نظرية التشغيل

عند مرور تيار فى فتيلة التنجستن ترتفع درجة حرارته نظرا لمقاومته المادية الكبيرة إلى درجة التوهج . وسبب ملئ فراغ اللمبة بغاز الأرجون الخامل لأنه يشكل غلاف على سلك التنجستن فيمنع إنقسامه وتبخره بارتفاع درجة الحرارة أثناء توهجه وبذلك يطول عمر تشغيل اللمبة ن وفى نفس الوقت يحافظ على عدم قتامة الغلاف الزجاجى للمبة من الداخل .

2 - لمبات التفريغ الكهربى :

ونظرية تشغيلها تعتمد على مرور تيار كهربى بين قطبين مثبتين فى طرفى انبوبة من الزجاج وبداخلها غاز خاص مثل غاز النيون أو بخار معدنى ، مما يعطى ضوءاً يختلف لونه بحسب نوع الغاز أو البخار المستعمل .

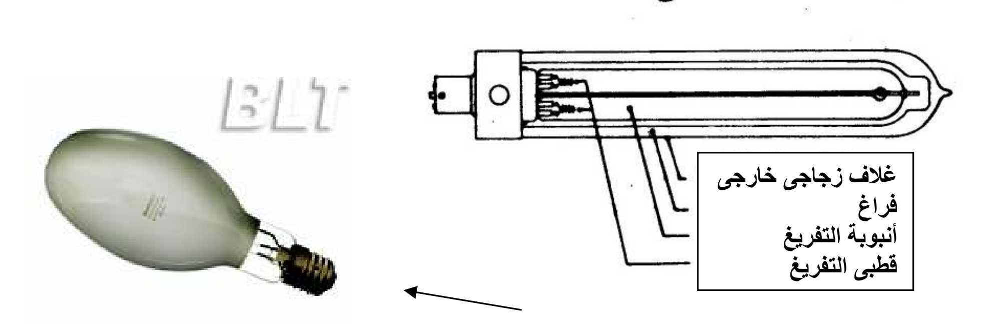
3 - لمبات بخار الصوديوم :

تتركب اللمبة من غلاف زجاجى يفصله عن أنبوبة التفريغ الملتوية فراغ ، وذلك للاحتفاظ بدرجة الحرارة داخل انبوبة التفريغ ، وحيث يوجد غاز النيون وقليلا من الارجون والصوديم الذى يتعلق على الجدران الداخلية لانبوبة التفريغ بشكل ذرات صلبة تتبخر في حالة اشعال القوس الكهربى عند توصيل التيار الكربى .

تزود هذه اللمبة عند التركيب بأجهزة اضافية خاصة تشتمل على الملف الخانق وعلى مكثف لتحسين معامل القدرة.

تعطى هذه اللمبة ضوءاً أحادى اللون مما يزيد حدة الابصار كما يزيد حساسية العين لفروق التباينات كما يوضح الرؤية خلال الشابورة ، ولذلك يفضل استعمالها لاضاءة الطرق العامة والميادين .

شكل (4- 11) يبين لمبة بخار الصوديوم



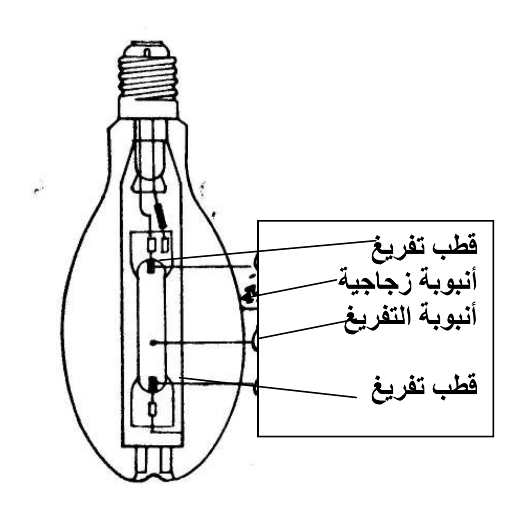
شكل (4- 11) يبين لمبة بخار الصوديوم

4 - لمبة بخار الزئبق :

تتركب اللمبة من أمبوبة زجاجية وبداخلها أنبوبة آخرى ، تملأ الانبوبة الداخلية بغاز الارجون تحت ضغط منخفض ويزود رأس اللمبة بقطب خاص لبدء التشغيل . ومن المعتاد تفضيض هذه الانبوبة الداخلية من طرفيها بالقرب من القطبين للاحتفاظ بالحرارة ، وكما تفرغ الانبوبة الخارجية من الهواء لمنع وجود مناطق يتكاثف بسببها بخار الزئبق كما تزود أيضا هذه اللمبة بالملف الخانق والمكثف .

لون الضوء الخارج من هذه اللمبة أبيض ضارب إلى الزرقة المخضرة مما يغير من مظهر الاشياء مما يفضل معها استعمال لمبات التوهج مما ينتج عنه في النهاية ضوءاً مقبولاً ، خاصة لتنسيق الفترينات بالمحال التجارية .

شكل (4-12) يبين تركيب لمبة بخار الزئبق



شكل (4- 12) يبين تركيب لمبة بخار الزئبق

5 - لمبات الهيلوجين :

وهى لمبات تعطى كمية عالية من الضوء ولذا تستخدم فى إنارة الملاعب الرياضية بوضعها على أبراج عالية لتركيز الضوء على أرضية الملاعب .

شكل (4- 13) يبين نوعين من لمبة الهيلوجين





شكل (4- 13) يبين نوعين من لمبة الهيلوجين

6 - لمبات الفلورسنت :

يمثل ظهور لمبة الفلورسنت مرحلة هامة في الاضاءة . فقد سمحت هذه اللمبات بالحصول على فعاليه ضوئية أعلى عدة مرات من فعالية لمات التوهج .

وتتكون لمبة الفلورسنت من أنبوبة من الزجاج ينتهى كل من طرفيها بغطاء (طربوش) ذى مسمارين ويتصل كل غطاء بقطب كهربى يركب داخل الانبوبة الزجاجية مصنوع من سلك التنجستين وجدارها الداخلى مدهون بمواد فلورسنتية ، ويعم بداخل الانبوبة خليطا من غاز زئبقى وأرجون ذو ضغط منخفض . وبإمرار تيار كهربى بين القطبين الكهربيين ينتج من الغاز إشعاع غنى جداً بالاشعاع الفوق البنفسجى الغير مرئى . وان دور المواد الفلورسنتية المدهونة على الجدار الداخلى للمبة هو تحويل الاشعاع الغير مرئى الى شعاع مرئى ثم يشعه فينتج الضوء .

تزود دائرة هذه اللمبة ببادىء تشغيل (starter) ، وملف خانق (Ballast) وقد يستعمل مكثف لتحسين معامل القدرة وشكل (4-14) يبين بعض مقاسات لمبات الفلورسنت



شكل (4-14) يبين مقاسات مختلفة من لمبات الفلورسنت

شكل (4- 15) يبين بعض أشكال لمبات الفلورسنت الصغيرة القدرة والموفرة للطاقة وتتراوح قدرة هذه اللمبات من 5 وات الى 26 وات



شكل (4- 15) اللمبات الموفرة للطاقة

4 – 1 – 5- المواسير المستخدمة فى التركيبات الكهربية :

تنقسم المواسير المستخدمة فى التركيبات الكهربية الى :

1- مواسير بلاستك أو PVC طولية :-

وهذه المواسير تكون طولية وأطوالها حوالى 3 متروبأقطار مختلفة تبدأمن 11مم وهى مصنوعة من البلاستك أو من مادة PVC وتركب هذه المواسير داخل الحوائط والنوع الجيد منها يركب خارج الحوائط عن طريق قفيزات مناسبة شكل (4- 16) يبين أحد هذه الأنواع



شكل (4- 16) يبين أحد هذه أنواع المواسير الطولية

2- المواسير المرنة (الفلكسبل :

وهى مواسير مرنة ذات أقطار تبدا أيضاً من11مم وتنتج على شكل لفات بأطوال مختلفة ، وشكل (4- 17) يبين أحد أنواع المواسير المرنة



شكل (4- 17)

3- الخراطيم :

وهى مواسير نصف مرنة ذات أقطار تبدا أيضاً من11مم وتنتج على شكل لفات بأطوال مختلفة وهذا النوع من المواسير تصلح للوضع داخل الأسقف والخراسانة المسلحة أثناء الصب لعمل ممرات للأسلاك.

وشكل (4- 18) يبين أحد أنواع الخراطيم



شكل (4- 18) يبين أحد أنواع الخراطيم

وشكل (4- 19) يبين نوعا من المواسير الفلكسبل المعدنية والتى تستعمل في أغراض خاصة مثل التمديدات المتحركة لبعض الماكينات .

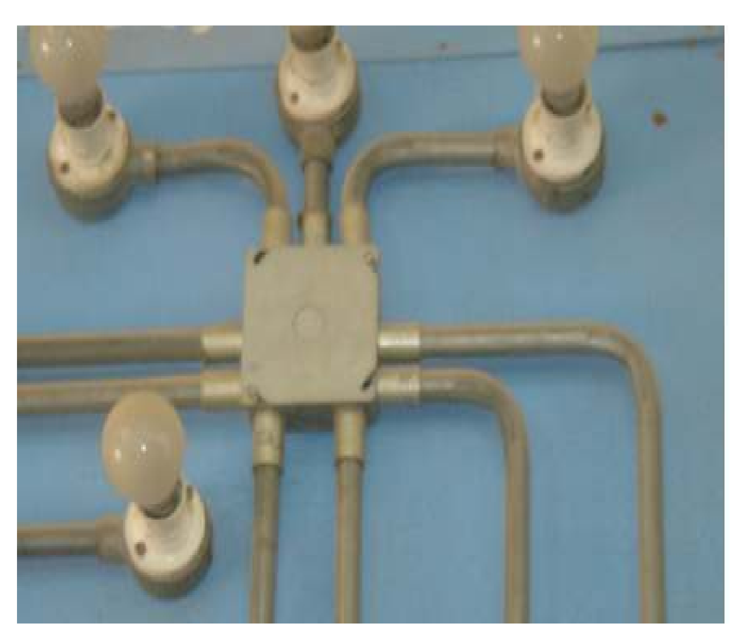


شكل (4- 19) يبين نوعا من المواسير الفلكسبل المعدنية

4- <u>المواسير المعدنية :</u>

وتصنع من الصلب وتكون ملساء من الداخل ولا يجوز أن تكون أطرفيها حادة أو مدببة وتطلى من الخارج لوقايتها من الصدأ ، ويوجد اكسسوارات مثل (أكواع - حرف T– الجلب ....) .

وتستخدم مواسير الصلب في التمديدات الكهربية خارج الحوائط بقفيزات مناسبة لهذا الغرض في المصانع وجمالونات الورش .



شكل (4- 20) يبين المواسير المعدنية

2-4 تمرينات لإكساب الطلاب المهارات الأساسية في تنفيذ عدد من دوائر الإضاءة والأجراس :

4 - 2 – 2 - دوائر الإضاءة :

التمرين الأول

اسم التمرين :

دائرة مصباح عادة بمفتاح مفرد

الغرض من التمرين :

1- التدريب على قراءة و رسم الدوائر (الخطية و التنفيذية) لدوائر الإضاءة الكهربية .

2- التدريب على تقشير الأسلاك ووصلها وتجهيزها للتوصيل بالأدوات .

3- التدريب على توصيل الأسلاك بالأدوات الكهربية المستخدمة .

4- التدريب على توصيل دائرة لمبة عادية بفتاح عادة مفرد .

الخامات المطلوبة :

1- سلك نحاس مصمت معزول 1مم 2 ألوان .

2- خامات مساعدة (شريط لحام - مسمار كلبس – مسمار برمة ....) .

لعدد والأدوات الازمة :

م	العدد والأدوات	م	العدد والأدوات
1	مصباح بالدويل الخاص به	2	مفتاح عادة
3	علبة مفتاح + بوات	4	لوحة خشبية
5	زرادية بيد معزولة	6	قصافة
7	قشارة سلك	8	مفك بيد معزولة مناسب
9	مفك إختبار (تست)	10	جاكوش

طريقة تنفيذ التمرين :

1- يتم تحديد أماكن الأدوات على اللوحة الخشبية حسب الدائرة التنفيذية الموضحة بالرسم .

2- تقطع الأسلاك حسب الأطوال المناسبة وتثبت فى أماكنها على اللوحة الخشبية .

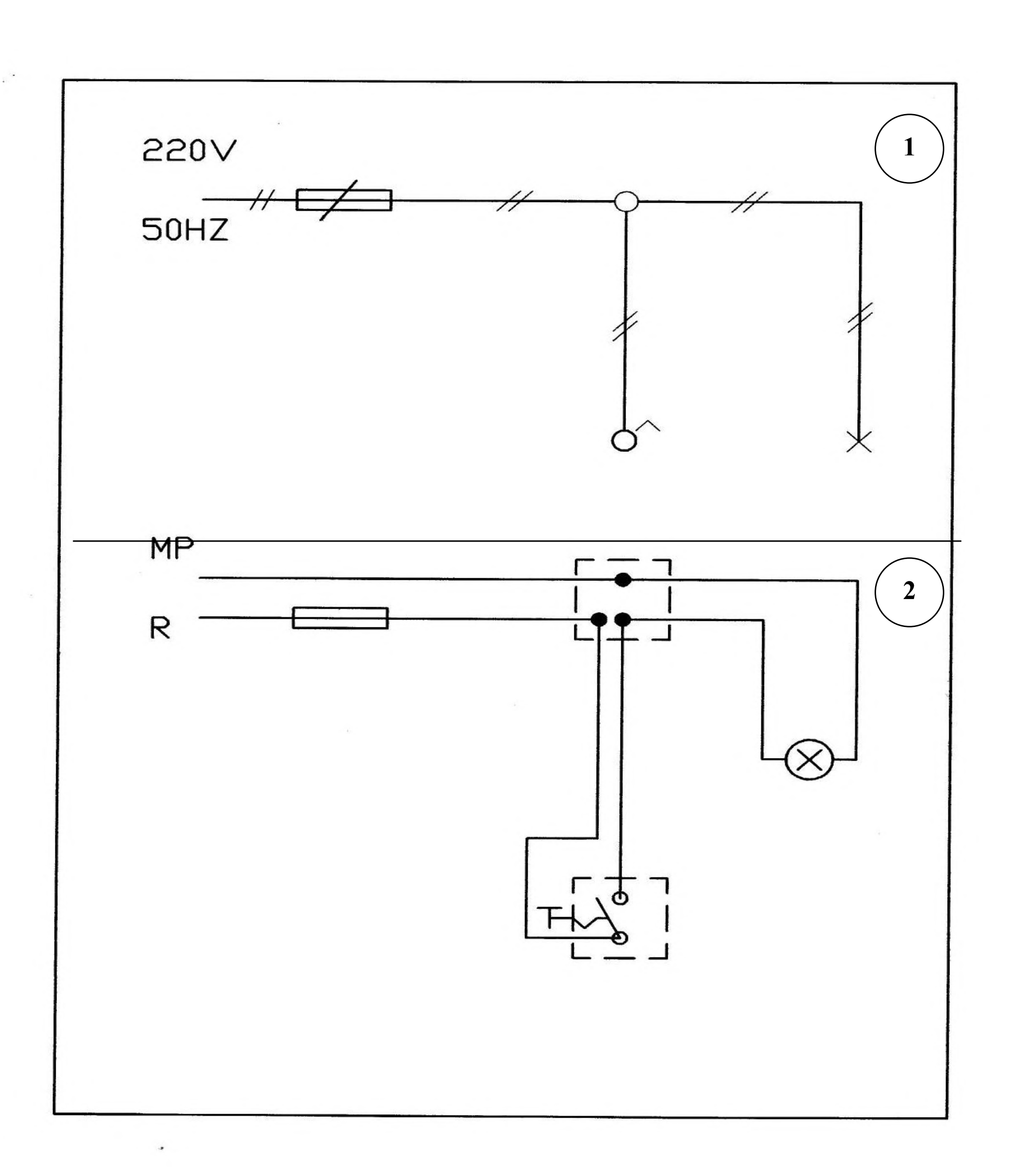
3- تقشر الأسلاك بواسطة القشارة وتربط في أماكنها في قاعدة اللمبة ونقط توصيل المفتاح .

4- يتم تثبيت حامل المصباح والمفتاح في الأماكن المحددة لها على اللوحة الخشبية .

5- أختبار الدائرة للتأكد من سلامة وصحة التوصيل .

6- توصيل الدائرة بالمصدر المناسب في وجود مدرس الفرقة

شكل (4- 21) يبين الدائرة التنفيذية والتصميمية لتوصيل مصباح عادة بمفتاح مفرد .



شكل (4- 21) دائرة مصباح بمفتاح مفرد

1 - الدائرة الخطية 2 - الدائرة التنفيذية

التمرين الثاني

اسم التمرين :

دائرة مصباح عادة بمفتاح مفرد وبريزة

الغرض من التمرين :

1- التدريب على كيفية توصيل دائرة مصباح بمتاح مفرد وبريزة .

الخامات المطلوبة :

1- سلك نحاس مصمت معزول 1مم 2 ألوان .

2- خامات مساعدة (شريط لحام - مسمار كلبس – مسمار برمة ....)

لعدد والأدوات الازمة :

م	العدد والأدوات	م	العدد والأدوات
1	مصباح بالدويل الخاص به	2	مفتاح عادة
3	مأخذ تيار (بريزة)	4	لوحة خشبية
5	علبة مفتاح + بوات	6	قصافة
7	زرادية بيد معزولة	8	مفك بيد معزولة مناسب
9	قشارة سلك	10	جاكوش
11	مفك إختبار (تست)		

طريقة تنفيذ التمرين :

1- يتم تحديد أماكن الأدوات على اللوحة الخشبية حسب الدائرة الخطية الموضحة بالرسم .

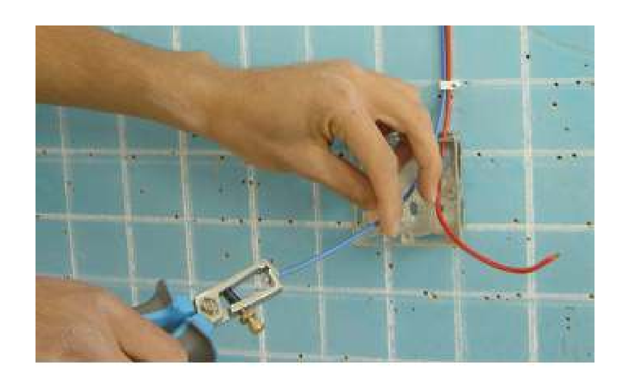


2- تقطع الأسلاك حسب الأطوال المناسبة وتثبت فى أماكنها على اللوحة الخشبية .



3- يتم تثبيت علبة المفتاح وعلبة البريزة على اللوحة الخشبيةبمسامير البرمة .

4- تقشر الأسلاك بواسطة القشارة وتربط في أماكنها في قاعدة اللمبة ونقط توصيل المفتاح .



5- يتم تثبيت حامل المصباح والمفتاح والبريزة في الأماكن المحددة لها على اللوحة الخشبية .

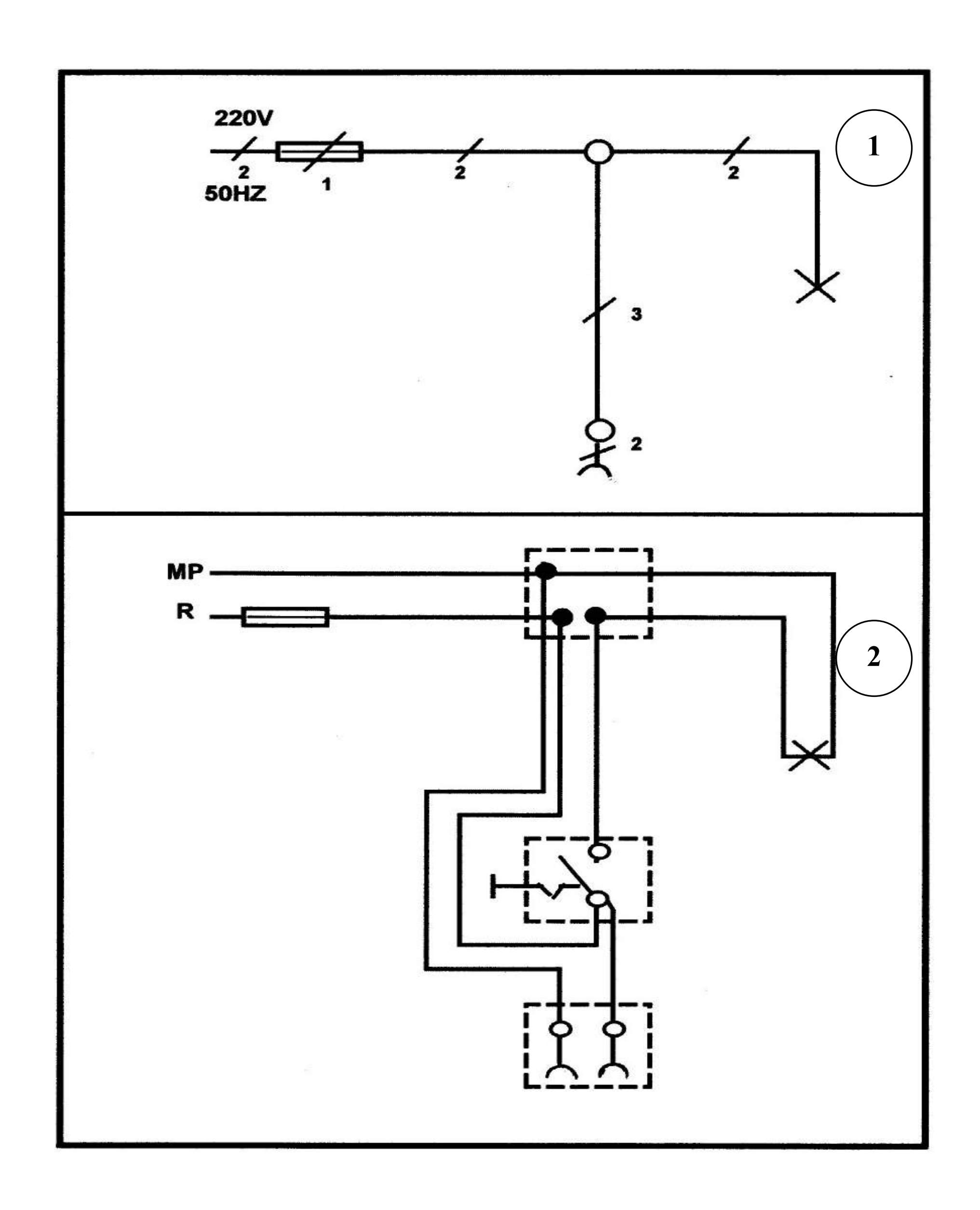


6- أختبار الدائرة للتأكد من سلامة وصحة التوصيل .

7- توصيل الدائرة بالمصدر المناسب في وجود مدرس الفرقة .

8- يتم اختبار البريزة بواسطة توصيل حمل كهربى بها (مصباح كهربى) .

شكل (4- 22) يبين الدائرة الخطية و الدائرة التنفيذية الدائرة لتوصيل مصباح عادة بمفتاح مفرد وبريزة .



شكل (4- 22) دائرة يبين توصيل مصباح عادة بمفتاح مفرد وبريزة

2 - الدائرة الخطية 2 - الدائرة التنفيذية

التمرين الثالث

اسم التمرين :

دائرة مصباحين على التوالى بمفتاح مفرد

الغرض من التمرين :

التدريب على توصيل دائرة لمبتين على التوالى ودراسة خصائصها .

الخامات المطلوبة :

1. سلك نحاس مصمت معزول 1مم 2 ألوان .
2. خامات مساعدة (شريط لحام - مسمار كلبس – مسمار برمة ....) .

لعدد والأدوات الازمة :

م	العدد والأدوات	م	العدد والأدوات
1	عدد 2 مصباح بالدويل الخاص بهما	2	مفتاح عادة
3	علبة مفتاح + بوات	4	لوحة خشبية
5	زرادية بيد معزولة	6	قصافة
7	قشارة سلك	8	مفك بيد معزولة مناسب
9	مفك إختبار (تست)	10	جاكوش

طريقة تنفيذ التمرين :

1- يتم تحديد أماكن الأدوات على اللوحة الخشبية حسب الدائرة التنفيذية الموضحة بالرسم .

2- تقطع الأسلاك حسب الأطوال المناسبة وتثبت فى أماكنها على اللوحة الخشبية

3- تقشر الأسلاك بواسطة القشارة وتربط في أماكنها في قاعدة اللمبتين ونقط توصيل المفتاح .

4- يتم تثبيت حوامل المصابيح والمفتاح في الأماكن المحددة لها على اللوحة الخشبية

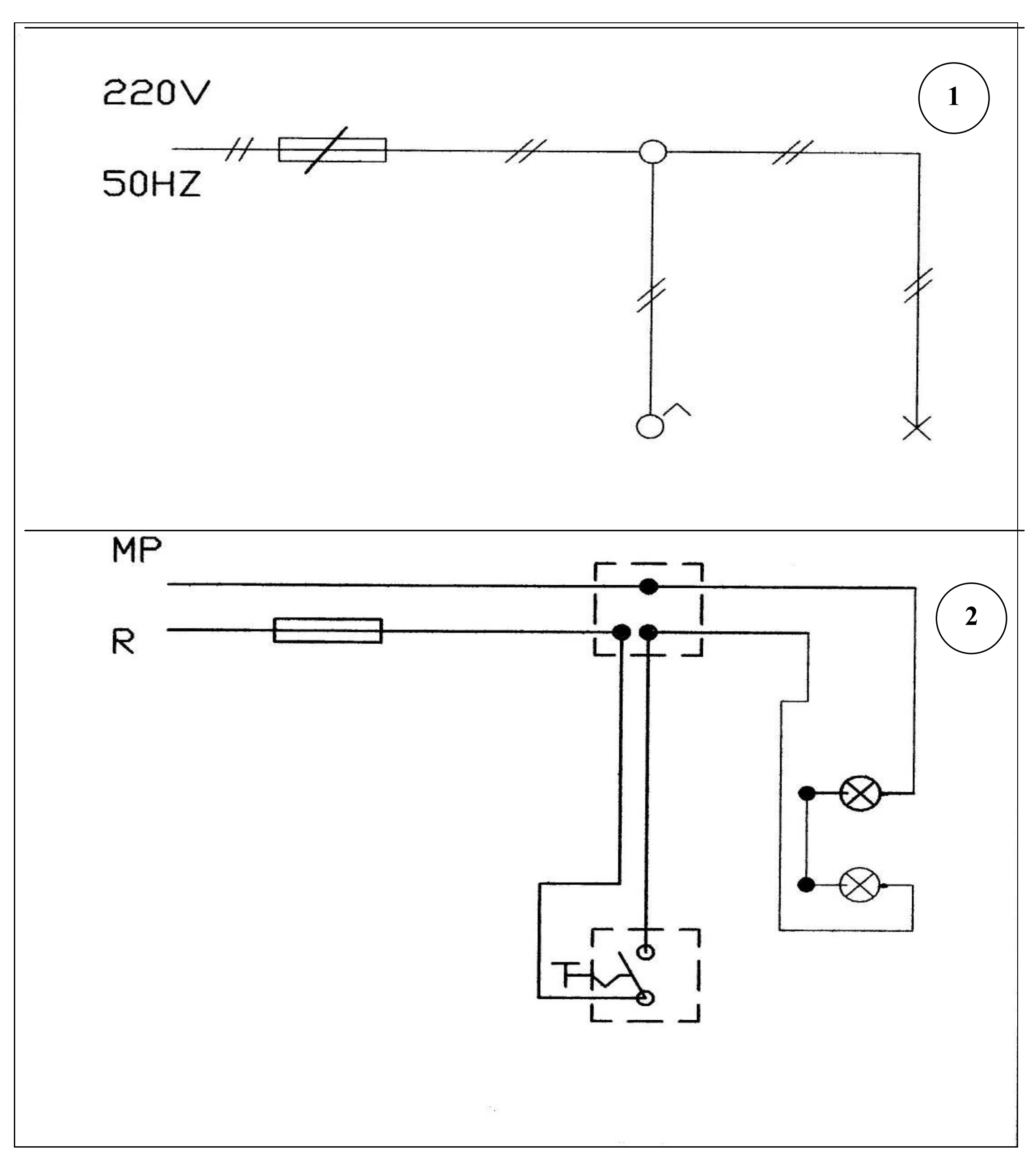
5- أختبار الدائرة للتأكد من سلامة وصحة التوصيل .

6- توصيل الدائرة بالمصدر المناسب في وجود مدرس الفرقة

شكل (4- 23) الدائرة الخطية - الدائرة التنفيذية يبين الدائرة التنفيذية والتصميمية لتوصيل مصباحين على التوالى بمفتاح مفرد .

ملحوظة :-

1- بعد توصيل الدائرة بمصدر مناسب للتيار الكهربى نلاحظ أن الضوء الصادرمن كل منهما أقل منه في حالة توصيل مصباح بمفتاح ، نصف الضوء تقريباً (في حالة تساوى قدرات المصابيح) لكل منهما ، وبقياس فرق الجهد على كل مصباح نجده نصف الجهد الكلى (أيضاً في حالة تساوى قدرة المصباحين) .
2- غير أحد المصباحين مرة بقدرة أكبر ومرة بقدرة أقل وقس فرق الجهد في كل مرة ، ماذا تلاحظ ؟ . دون ملاحظاتك .
3- قم بقياس شدة التيار المارة في الدائرة وفي كل مصباح ، تلاحظ أن القراءة متساوية ؛ أى أن شدة التيار ثابتة القيمة في أى مكان بالدائرة .
4- نستنتج من هذا أنه في حالة التوصيل على التوالى ينقسم الجهد على أحمال الدائرة بنسب مقاومات الأحمال ؛ أما التيار فيكون ثابتاً .
5- إذا حدث عطل في أحد المصابيح (تلف الفتيلة أو رفع المصباح من الدويل) يقطع مرور التيار الكهربى فلا تضئ اللمبة الآخرى .
6- كن حريصا على توصيل الفولتميتر بالتوازى مع الحمل والأميتر بالتوالى ، كما تم شرحه فى الباب السابق .



شكل (4- 23) دائرة توصيل مصباحين على التوالى بمفتاح مفرد .

2 - الدائرة الخطية 2 - الدائرة التنفيذية

التمرين الرابع

اسم التمرين :

دائرة مصباحين على التوازى بمفتاح مفرد

الغرض من التمرين :

التدريب على توصيل دائرة لمبتين على التوازى ودراسة خصائصها .

الخامات المطلوبة :

1- سلك نحاس مصمت معزول 1مم 2 ألوان .

2- خامات مساعدة (شريط لحام - مسمار كلبس – مسمار برمة ....) .

لعدد والأدوات الازمة :

م	العدد والأدوات	م	العدد والأدوات
1	عدد 2 مصباح بالدويل الخاص بهما	2	مفتاح عادة
3	علبة مفتاح + بوات	4	لوحة خشبية
5	زرادية بيد معزولة	6	قصافة
7	قشارة سلك	8	مفك بيد معزولة مناسب
9	مفك إختبار (تست)	10	جاكوش

طريقة تنفيذ التمرين :

1- يتم تحديد أماكن الأدوات على اللوحة الخشبية حسب الدائرة التنفيذية الموضحة بالرسم .

2- تقطع الأسلاك حسب الأطوال المناسبة وتثبت فى أماكنها على اللوحة الخشبية .

3- تقشر الأسلاك بواسطة القشارة وتربط في أماكنها في قاعدة كل من اللمبتين ونقط توصيل المفتاح .

4- يتم تثبيت حوامل المصابيح والمفتاح في الأماكن المحددة لها على اللوحة الخشبية .

5- أختبار الدائرة للتأكد من سلامة وصحة التوصيل .

6- توصيل الدائرة بالمصدر المناسب في وجود مدرس الفرقة .

شكل (4- 24) الدائرة الخطية - الدائرة التنفيذية يبين الدائرة التنفيذية والتصميمية لتوصيل مصباحين على التوازى بمفتاح مفرد .

ملحوظة :-

1- بعد توصيل الدائرة بمصدر مناسب للتيار الكهربى نلاحظ أن الضوء الصادرمن كل مصباح مناسب لقدرته . وعند قياس فرق الجهد نلاحظ أن الجهد على كل مصباح يساوى جهد المنبع .

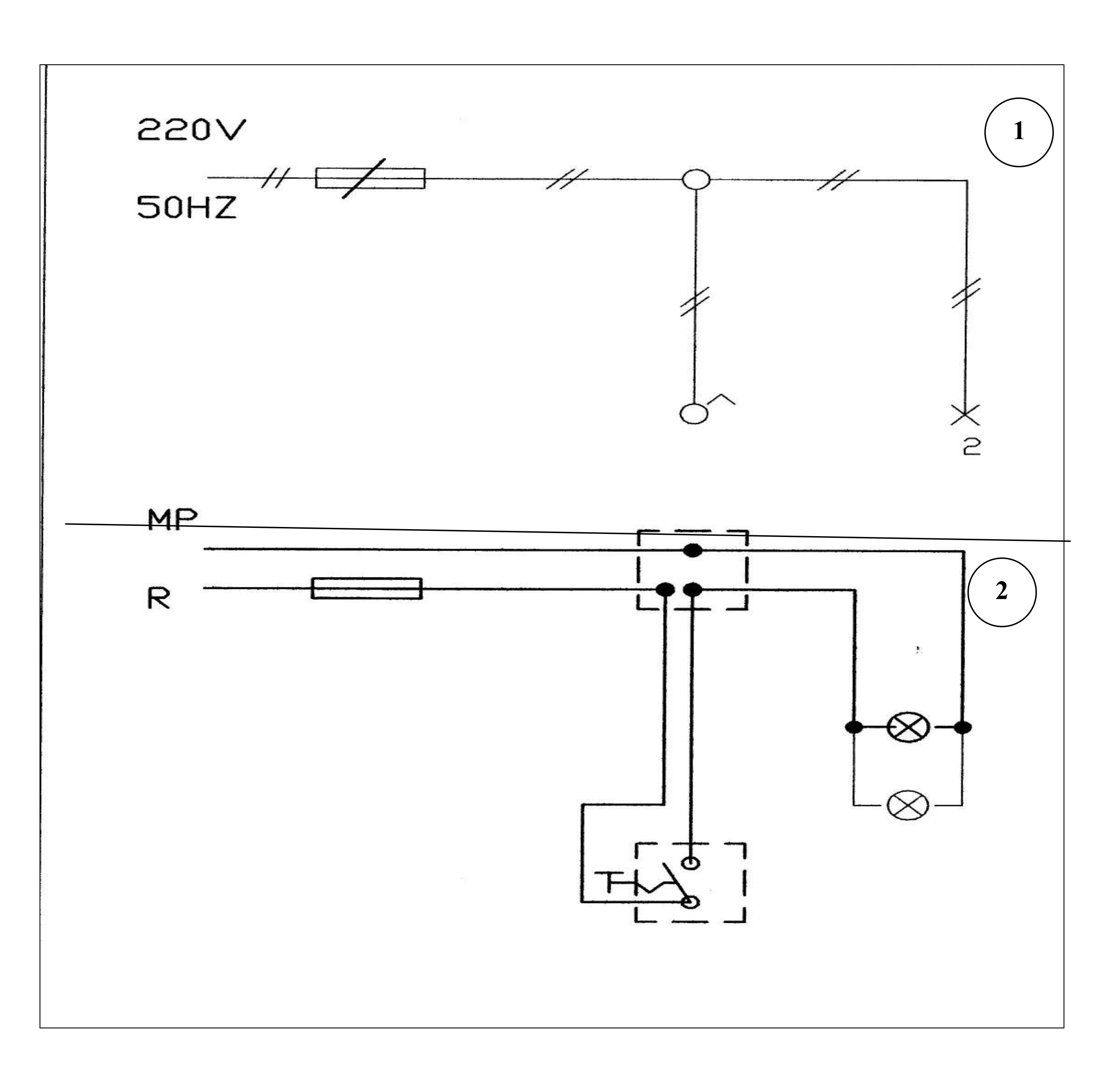
2- غير أحد المصباحين مرة بقدرة أكبر ومرة بقدرة أقل وقس فرق الجهد في كل مرة ، ماذا تلاحظ ؟ . دون ملاحظاتك .

3- قم بقياس شدة التيار المارة في الدائرة وفي كل مصباح ، تلاحظ أن القراءة غير متساوية وأن مجموع التيار المار بالمصباحين يساوى التيار الكلى للدائرة .

4- نستنتج من هذا أنه في حالة التوصيل على التوازى يكون الجهد على أحمال الدائرة ثابت ؛ أما التيار فيكون بقيم تتناسب مع قدرة كل مصباح ويتساوى في حالة نساوى القدرة لكل من المصباحين .

5- إذا حدث عطل في أحد المصابيح (تلف الفتيلة أو رفع المصباح من الدويل) يظل الآخر مضئ .

6- كن حريصا على توصيل الفولتميتر بالتوازى مع الحمل والأميتر بالتوالى ، كما تم شرحه فى الباب السابق .



شكل (4- 24) دائرة توصيل مصباحين على التوازى بمفتاح مفرد .

2 - الدائرة الخطية　　　2 - الدائرة التنفيذية

التمرين الخامس

<u>اسم التمرين :</u>

دائرة مصباح كهربى يتم التحكم به من مكانين مختلفين بواسطة مفتاح ذو سكتين (مفتاح ديفاتور أو طرف سلم)

الغرض من التمرين :

التدريب على توصيل دائرة مصباح كهربى يتم التحكم به من مكانين مختلفين.

الخامات المطلوبة :

3- سلك نحاس مصمت معزول 1مم 2 ألوان .

4- خامات مساعدة (شريط لحام - مسمار كلبس – مسمار برمة ....) .

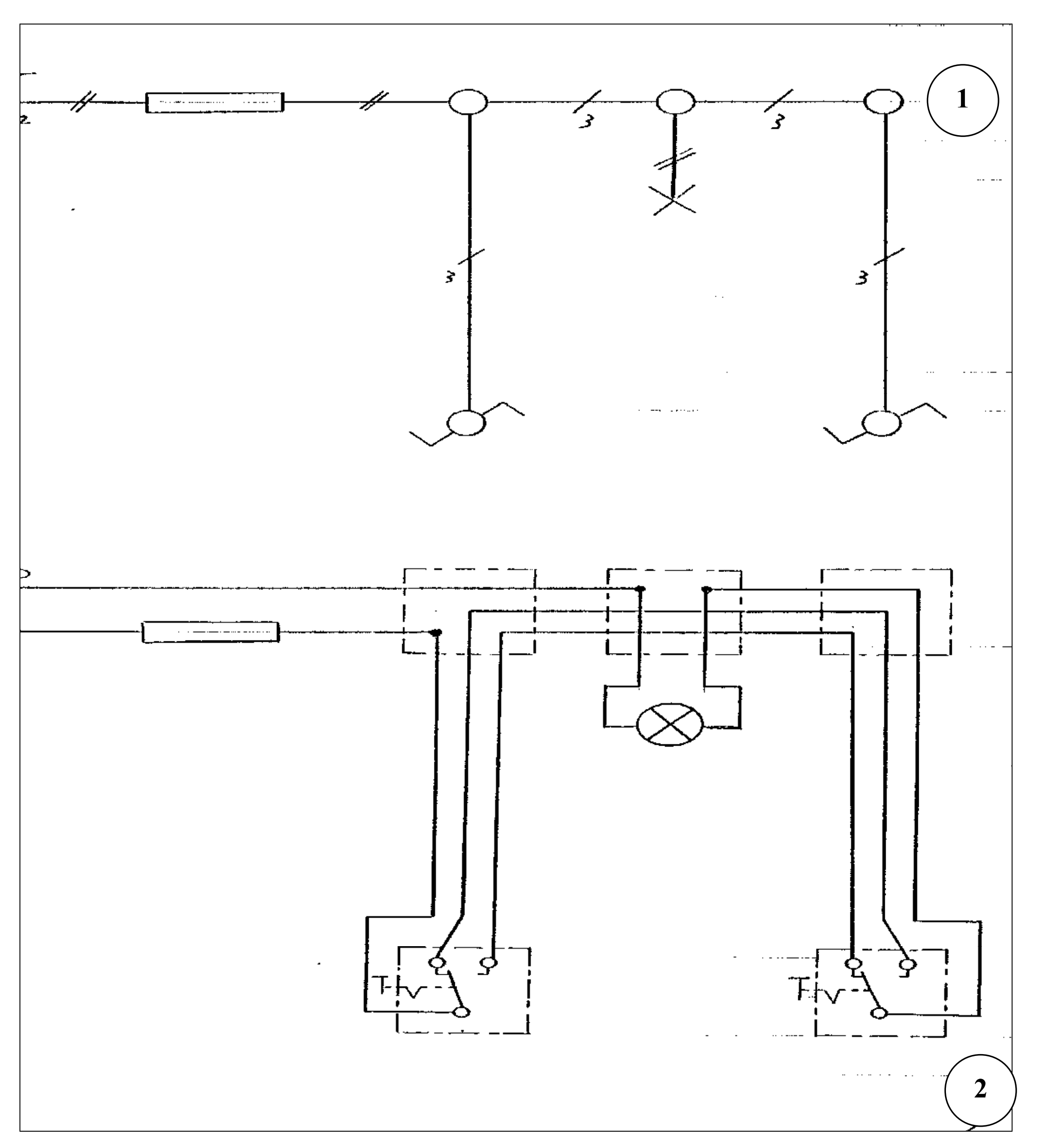
لعدد والأدوات الازمة :

عزيزى الطالب بعد أن قمت باجراء عدداً من التمارين المختلفة بنجاح فقد اكتسبت كثيراً من المهارات التى تؤهلك لكيفية إختيار العدد المناسب منها حسب نوع التمرين والادوات المختلفة .

الادوات المطلوبة :-

1- مصباح بالدويل الخاص به .
2- عدد 2 مفتاح ذو سكتين (ديفاتور) .
3- عدد 2 علبة مفتاح .
4- عدد 3 بوات .

شكل (4- 25) الدائرة الخطية - الدائرة التنفيذية لمصباح كهربى يتم التحكم به من مكانين



شكل (4- 25) دائرة مصباح كهربى يتم التحكم به من مكانين

2 - الدائرة الخطية   2 - الدائرة التنفيذية

4- 2 - 2 دوائر الأجراس (التدريبات العملية) -

التمرين السادس

اسم التمرين :

توصيل الأجراس

الغرض من التمارين :-

1- التدريب على توصيل جرس بضاغط يعمل مباشرة على منبع التيار المتغير 220 فولت وجه واحد .

2- التدريب على توصيل جرس بضاغط عن طريق محول خفض .

3- التدريب على توصيل جرس بضاغطين من مكانين مختلفين .

الخامات المطلوبة :

1- سلك نحاس مصمت معزول 1مم 2 ألوان .

2- خامات مساعدة (شريط لحام - مسمار كلبس – مسمار برمة ....) .

الأدوات اللازمة :

(جرس 220 فولت – جرس جهده يناسب خرج محول الخفض – محول خفض – عدد 2 ضاغط جرس – عدد 3 بواط)

طريقة التنفيذ :

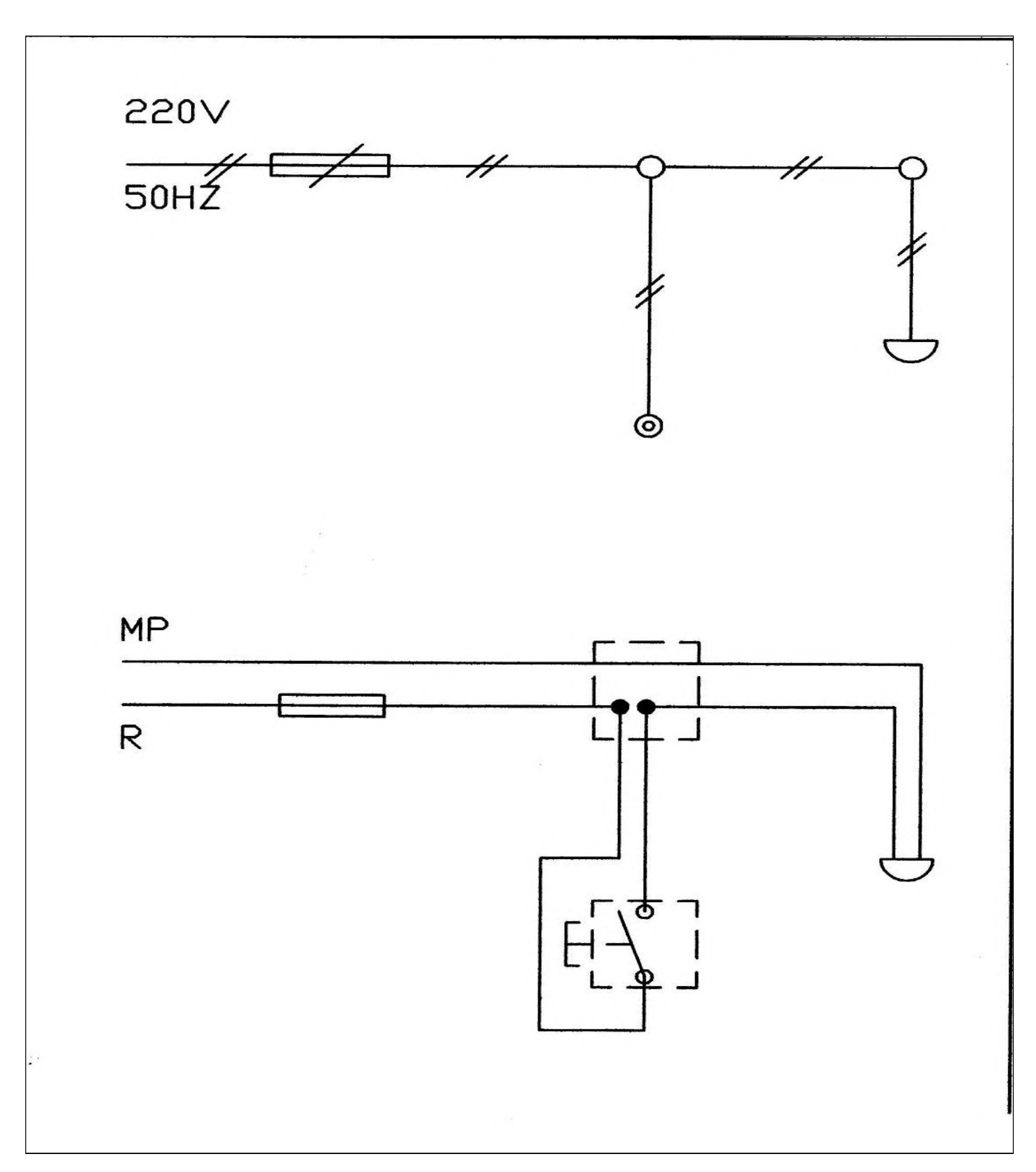
هي شبيهة بطرق تنفيذ التمارين السابقة ولكن قد تختلف عنها في نوعية الأدوات الكهربية وطرق توصيلها وتثبيتها .

قم بتوصيل واختبار وتجربة دوائر الأجراس الآتية كما هو مبين بالأشكال الآتية :

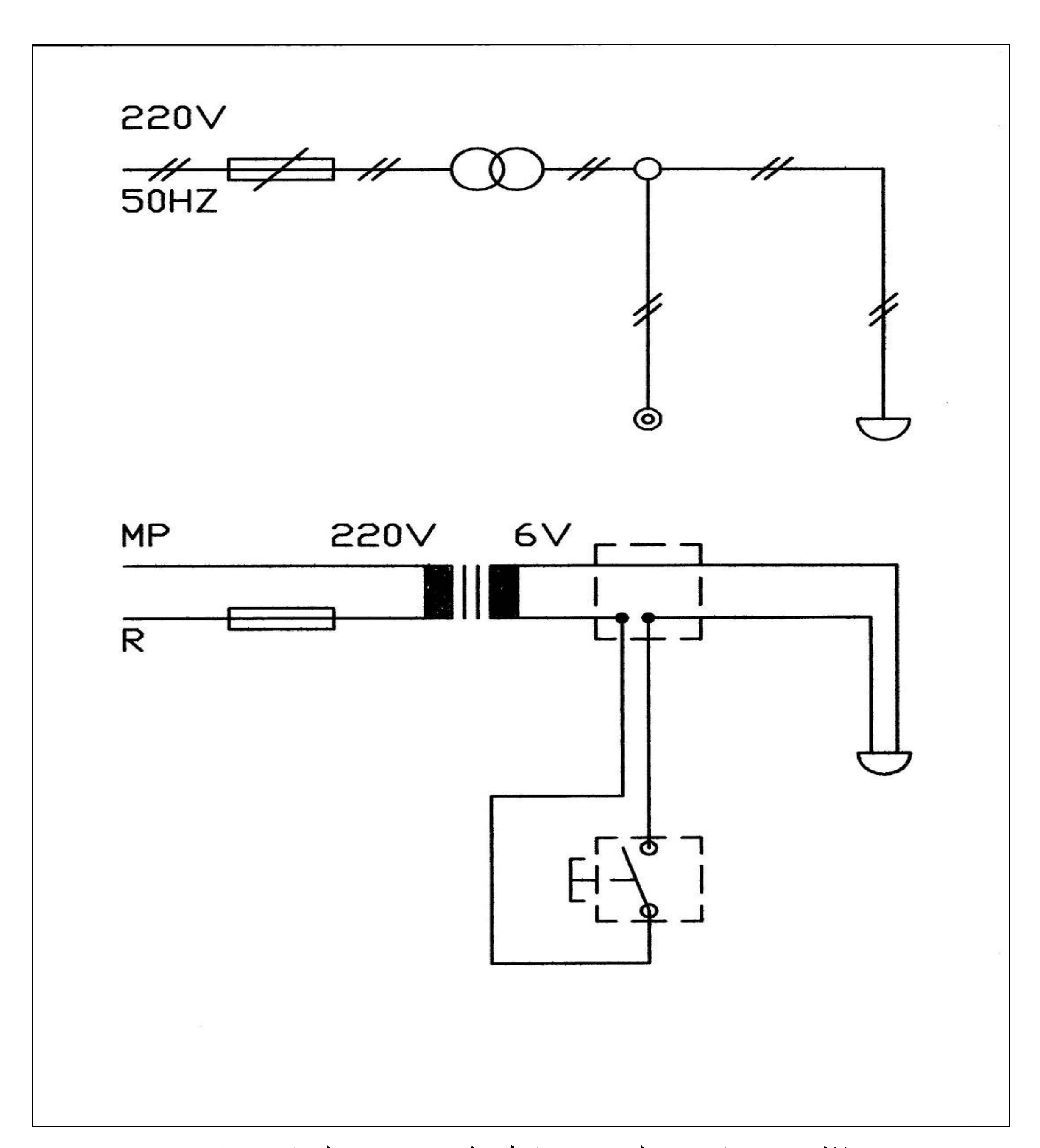
1- دائرة توصيل جرس بضاغط يعمل مباشرة على منبع التيار المتغير 220فولت شكل (4-26)

2- دائرة توصيل جرس بضاغط عن طريق محول خفض . شكل (4-27)

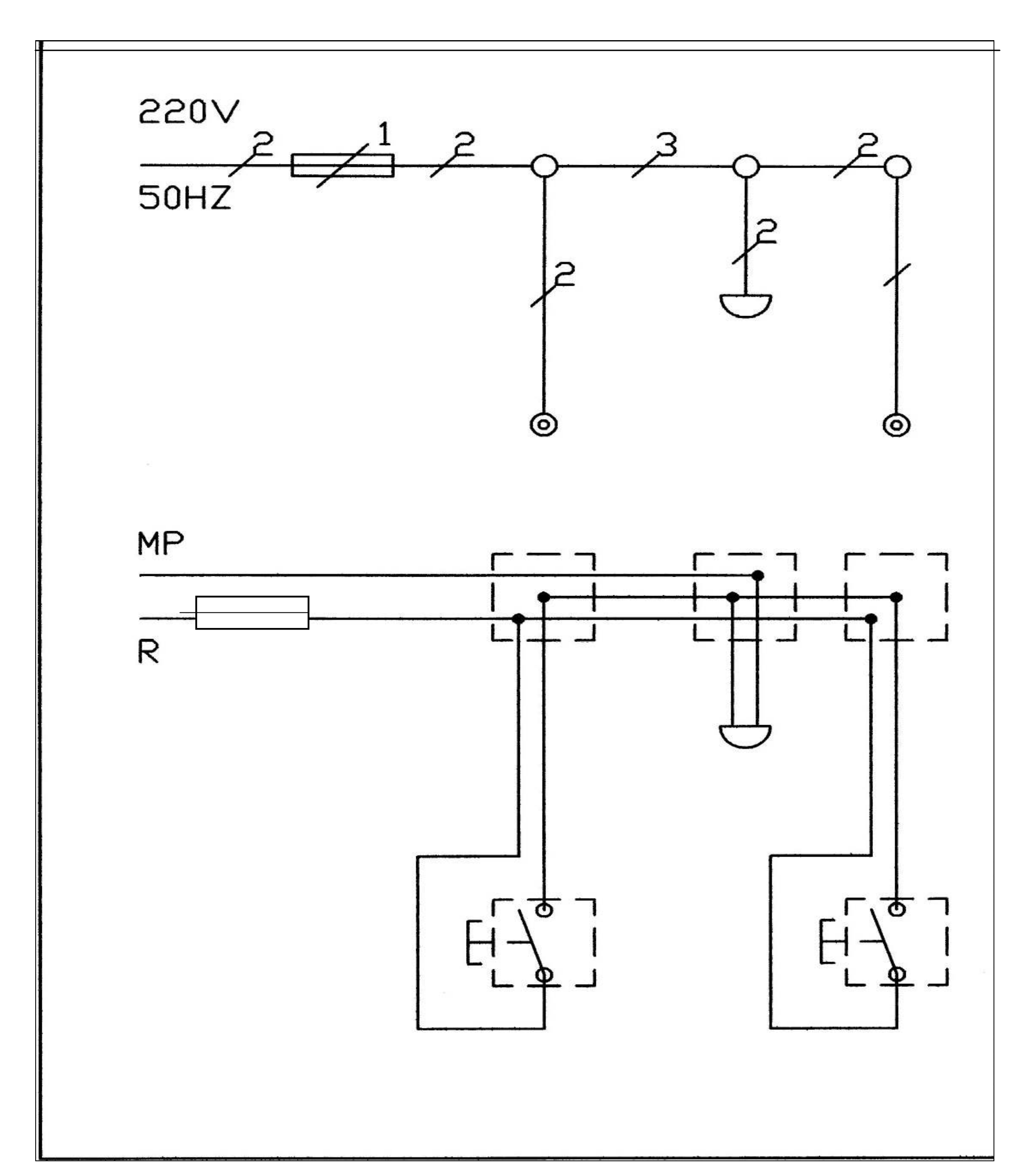
3- دائرة توصيل جرس بضاغطين من مكانين مختلفين . شكل (4-28)



شكل (4- 26) دائرة توصيل جرس بضاغط يعمل علي جهد 220V



شكل (4-27) دائرة توصيل جرس بضاغط يعمل جهد 6V بمحول خفض 220/6V



شكل (4-28) دائرة توصيل جرس بضاغطين من مكانين مختلفين

الباب الخامس

العناصر الإلكترونية

العناصر الإلكترونية

مقدمة :

تتكون جميع الدوائر الإلكترونية من عناصر (مكونات) موصلة معاً حسب تصميم هذه الدوائر ، ويقوم كل عنصر بدور معين بهذه الدائرة . ومن هذه العناصر المقاومات – المكثفات – الملفات – المحولات – ثنائي الدايود - ثنائي الزينر – الترانزستور- الثايرستور – الترياك – الدياك – المقاومة الضوئية – الثنائي الضوئي – الترانزستور الضوئي – الخلية الضوئية – الدوائر المتكاملة – شاشة الإظهار الرقمي – اللوحة المطبوعة (البرنتد) .

5 - 1 : المقاومة الكهربية :

تستخدم المقاومات في الدوائر الإلكترونية إما للتحكم في قيمة التيار المار بالدائرة أو للتحكم في قيمة الجهدعن طريق تجزئ الجهد . وتنقسم المقاومات إلى نوعين أساسيين :-

5 - 1 - 1 : المقاومات الخطية وتنقسم إلى مقاومات ثابتة ومقاومات متغيرة .

5 - 1 - 2 : مقاومات غير خطية وتنقسم إلى ثلاثة أنواع :

5 - 1 - 2 - 1 : المقومات الحرارية Thermistors ، وهذه المقاومات نوعان :

5 - 1 - 2 - 2 : مقاومات ذات معامل حراري سالب NTC ؛ تقل قيمة المقاومة بزيادة الارتفاع في درجة حرارتها .

5 - 1 - 2 - 3 : مقاومات ذات معامل حراري موجب PTC ؛ تزداد قيمتها زيادة عالية خلال ارتفاع محدود لدرجة الحرارة

تستخدم هذه المقاومات ضمن دوائر الحماية من ارتفاع درجة حرارة المعدات والآلات الكهربية والإلكترونية.

5 - 1 - 2 - 3 – 1 : المقاومات الضوئية photoresistor وتتغيرقيمتها حسب كمية الضوء الساقط عليها .

5 - 1 - 2 - 3 – 2 : المقاومات المعتمدة على الجهد VDR .

يتم اختيار المقاومة وفقاً لثلاثة مقننات هامة جداً هي :

5 - 1 - 3 - قيمة المقاومة : وهي بالأوم (Ω) أو كسرالأوم ، أو بالكيلو أوم (k Ω) ، او الميجا أوم (M Ω)

,نسبة التفاوت : هي أقصى انحراف مسموح به عن القيمة المقننة للمقاومة ويعبر عنة بنسبة مئوية من القيمة المقننة للمقاومة .

5 - 1 - 4- قدرة المقاومة : هي القدرة القصوى التى تبددها المقاومة في صورة حرارة والقدرة المفقودة في المقاومة تساوى حاصل ضرب مربع شدة التيار المار بها في قيمتها .

5 - 1 – 4 - المقاومة الثابتة : لها أنواع كثيرة نذكر منها :

1- المقاومة الكربونية : وتصنع من خليط من الكربون والسيراميك بنسب معينة تحدد قيمة المقاومة ، وتصنع على شكل اسطواني مثبت به أسلاك توصيل من النحاس . وتتراوح قيمة هذه المقاومات من كسر الأوم الى 100 ميجا أوم وتستخدم هذه المقاومات في الدوائر ذات القدرات الصغيرة .

2- المقاومات السلكية : تصنع هذه المقاومات بلف عدد من لفات السلك المصنوع من سبيكة خاصة مثل الفضة الألمانية أو سبيكة النيكل كروم ، وتلف هذه اللفات على دليل تشكيل وتغطى لفات السلك بطبقة من المينا أو طبقة رقيقة من الزجاج وتستخدم هذه المقاومات في الدوائر ذات القدرات االعالية .

3- المقاومة الغشائية : وتصنع عن طريق نثر غشاء متجانس من مادة ذات مقاومة عالية حول سطح قضيب اسطوانى ، وأهم أنواع هذه المقاومات (مقاومة الغشاء الكربونى - مقاومة الغشاء السميك - مقاومة الغشاء الرقيق)

5 - 1 - 5- معرفة قيمة المقاومات :

تميز قيمة المقاومات بطرقتين :

1- كتابة قيمة المقاومة علي جسم المقاومة .

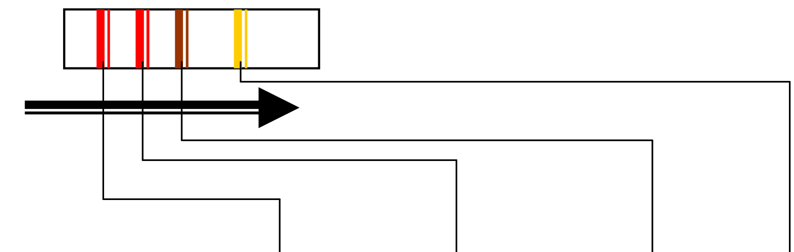
وهوما يعرف بالكود الأنجليزى وفيه يرمز للاوم بالحرف(R) وللكيلو بالحرف (K) ومن الأمثلة علي ذلك :

(0.18) أوم تكتب : (R18)	(1) كيلو أوم تكتب : (1 k0)
(1) أوم تكتب : (1R0)	(68) كيلو أوم تكتب : (68 k)
(3,9) أوم تكتب : (3R9)	(1) ميجا أوم تكتب : (1 M0)
(47) أوم تكتب : (47R)	(22) ميجا أوم تكتب : (22M)
(100) أوم تكتب : (100R)	(120) ميجا أوم تكتب : (120M)

2- استخدام الرموز اللونية كود الألوان (شفرة الألوان) تكون مرسومة على جسم المقاومة .

الرموز الاصطلاحية لألوان المقاومات : يقسم الرقم الذي يمثل قيمة المقاومة إلى ثلاثة أجزاء ، ويمثل كل جزء بأحد الألوان ، أما اللون الرابع - إن وجد – فيعبر عن التفاوت المسموح به من قيمة المقاومة كنسبة مئوية ، وفي حالة عدم وجودها يفهم من ذلك أن التفاوت المسموح به 20% جدول (1-5) يوضح قيم ألوان المقاومة .

وضع المقاومة أثناء القراءة



الحلقةالرابعة	الحلقة الثالثة	الحلقة الثانية	الحلقة الأولى	اللون
نسبة الخطأ %	عدد الأصفار	الرقم الثانى	الرقم الأول	
-	بدون أصفار	صفر	صفر	Black أسود
1	0	1	1	Brown بنى
2	00	2	2	Red أحمر
-	000	3	3	Orange برتقالى
-	0000	4	4	Yellow أصفر
-	00000	5	5	Green أخضر
-	000000	6	6	Blueأزرق
-	0000000	7	7	Purple بنفسجى
-	-	8	8	Gray رومادى
-	-	9	9	white أبيض
5	0.1×	-	-	Gold ذهبى
10	0.01×	-	-	Silver فضى
20	-	-	-	بدون لون

جدول (1-5) يوضح شفرة الألوان يستخدم في حساب قيم المقاومات

مثال : المطلوب تقدير قيمة المقاومة R3 شكل (5-1) باستخدام الجدول السابق

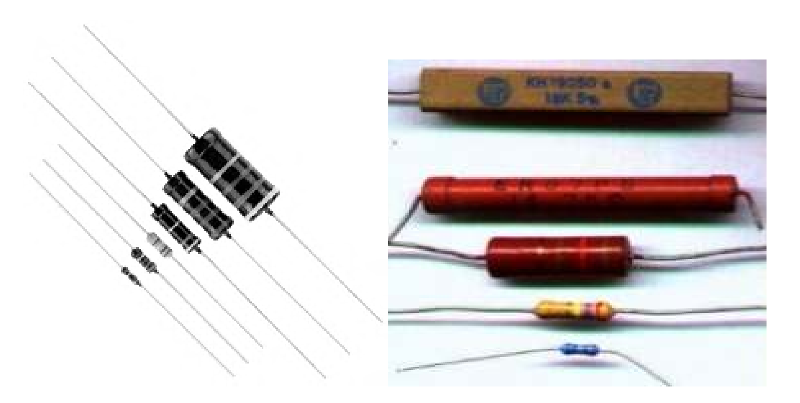


شكل (5-1)

بالنظر إلى ألوان المقاومة نجد أن

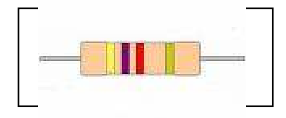
3. اللون الأول بنى = 1
4. اللون الثانى أسود = 0
5. اللون الثالث بنى = 0
6. اللون الرابع ذهبى = نسبة التفاوت 5%
7. تكون قيمة المقاومة = 100 Ω
8. تدريب (5 - 1) المطلوب وضع الوان المقاومة R2 التي قيمتها 330Ω بنسبة تفاوت 10 %

شكل (5-1) يبين بعض أشكال المقاومات . .

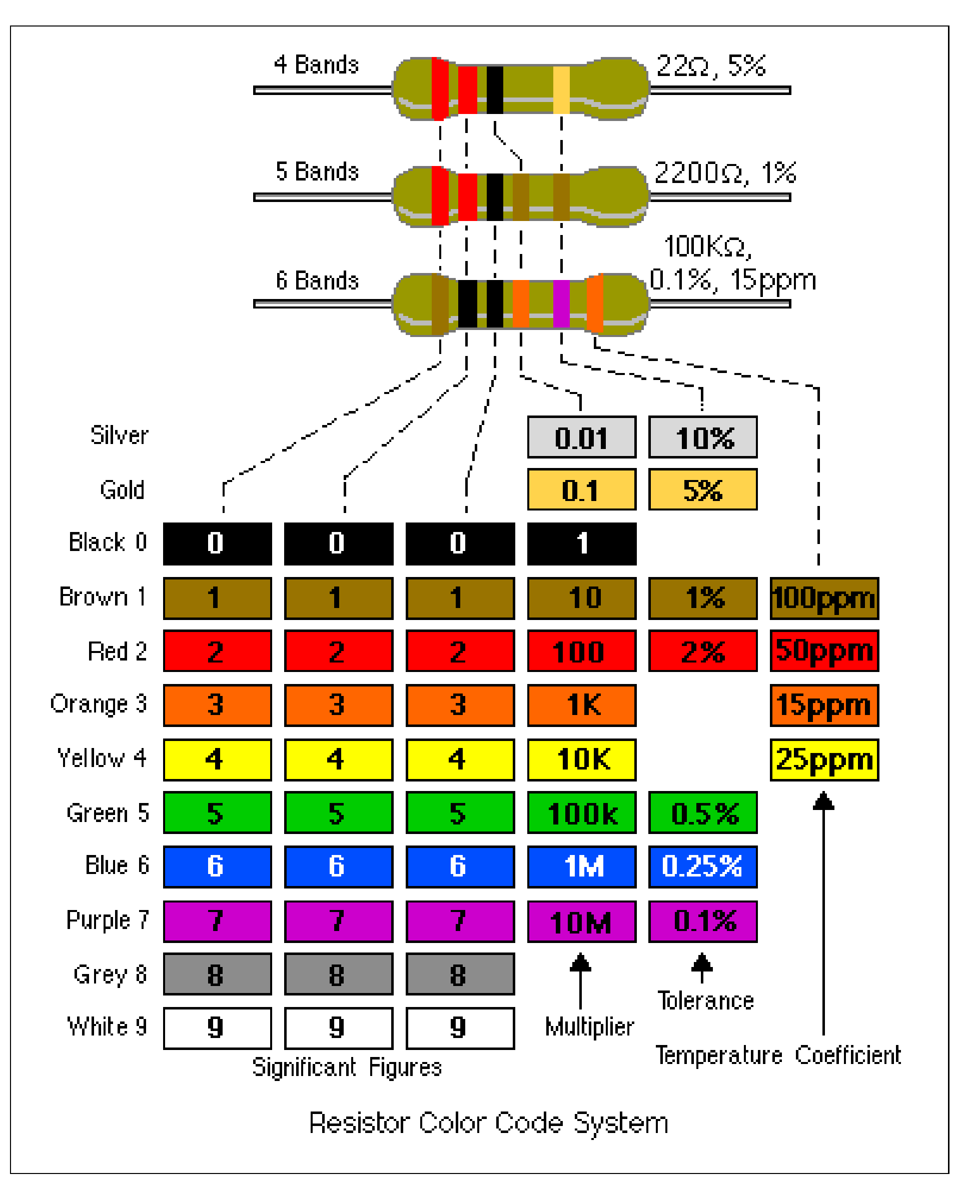


شكل (5-2) بعض أشكال المقاومات

تدريب 2 : شكل : احسب قيمة المقاومة الموضحة بالشكل المقابل



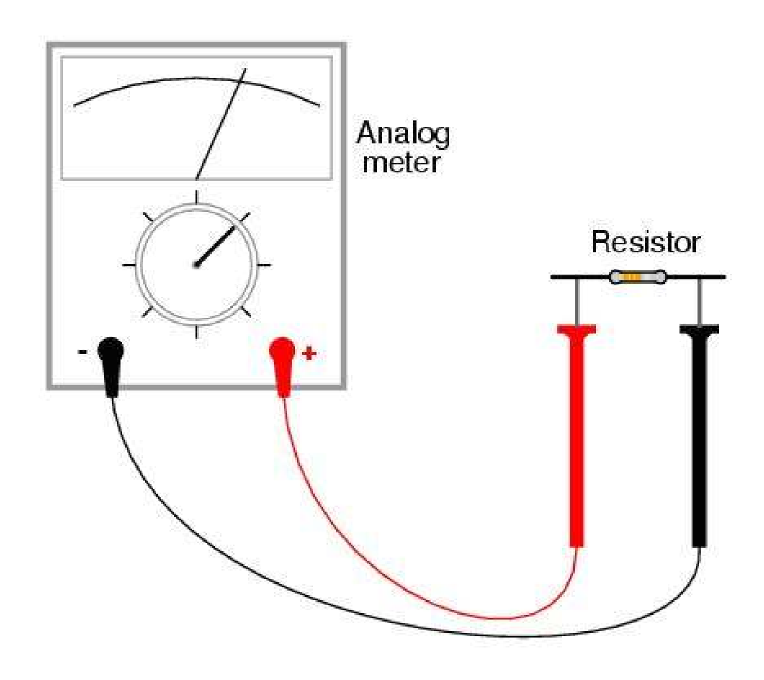
طريقة توضيحية لمعرفة قيمة المقاومة باستخدام كود (شفرة) الألوان للمقاومات 4, 5 , 6 ألوان. شكل (5 – 2)



شكل (2-5) يبين طريقة توضيحية بالألوان لمعرفة قيمة المقاومة .

5 - 1 - 6- كيفية اختبار المقاومة

حاالة المقاومة أما أن تكون مفتوحة أو سليمة ونادرا ما تغير المقاومة الكربونية قيمتها ،وشكل (5-3) يوضح كيفية قياس حالة المقاومة .



شكل (5-3) يوضح كيفية قياس حالة المقاومة

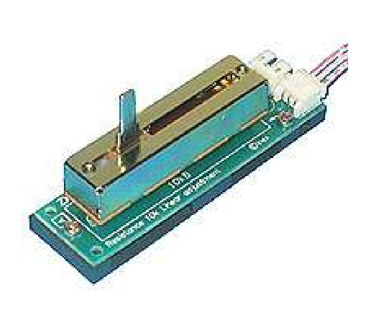
من الشكل السابق نجد أن مؤشر جهاز الآفوميتر التناظرى قد انحرف معطيا ًقيمة ، أقرأ هذه القيمة وقارنها مع القيمة المحسوبة من ألوانها ونسبة التفاوت .

أما إذا لم يتحرك المؤشر فهذا دليل على أن المقاومة مفتوحة (أحرص على وضع تدريج الأوم عند أكبر قيمة له ؛ ثم قلله تدريجياً) .

5 - 1 - 7- المقاومة المتغيرة :

هي مقاومة يمكن تغير قيمتها بين الصفر وأقصى قيمة لها (القيمة المقننة) ، وتتركب في أبسط صورها من قرص من مادة عازلة ملصق عليه طبقة من الكربون (أوسلك ذو مقاومة عالية ملفوف حول اسطوانة من مصنوعة من مادة غازلة وذلك في القدرات الكبيرة) ، زراع يتحرك دائرياً أو طوليا ًعلى طبقة الكربون أو لسلك الملفوف ليعطى قيماً متغيرة للمقاومة .

شكل (5-4) يبين بعض أشكال المقاومات الكربونية والسلكية المتغيرة .







شكل (5-4) بعض أشكال المقاومات الكربونية والسلكية المتغيرة

5 - 1 - 8- المكثفات :

المكثف هو تكوين يمكنه تخزين الطاقة الكهربية ، ويتركب في أبسط صوره من لوحين من المعدن يفصلهما وسط عازل ، وتستخدم مواد عازلة منها : الهواء ، الورق المشبع بالزيت ، بعض أنواع من البلاستك ، الميكا ، السيراميك ، مواد كيميائية .....

يعرف المكثف بالسعة والجهد ونوعه (AC or DC) الذى لايجب أن يزيد عن الجهد المقنن حتي لايتسبب ذلك في تلف المادة العازلة وبالتالي تلف المكثف ،

وتعرف السعة (c) بأنها مقدرة المكثف على تخزين الشحنة الكهربية وتتوقف على :

1- مساحة اللوحين .
2- المسافة بين اللوحين .
3- نوع الوسط العازل .

5 - 1 - 8- 1 - الوحدات المستعملة في قياس السعة :

تقاس سعة المكثف بالفاراد ؛ ولكن عملياً تعتبر هذه الوحدة كبيرة جداً لذا تستخدم وحدات صغيرة هي :

- الميكروفاراد $\mu F = F\ 10^{-6}$
- النانو فاراد $nF = F\ 10^{-9}$
- البيكوفاراد $PF = F\ 10^{-12}$

وتتراوح سعة المكثفات من أقل من واحد بيكو فاراد إلى عدة آلاف من الميكروفاراد ، أما جهد التشغيل فالمقصود به أقصى قيمة جهد بين لوحى المكثف يمكن أن يتحملها الوسط العازل دون أن ينهار

5 - 1 - 8- 2 - أنواع المكثفات :

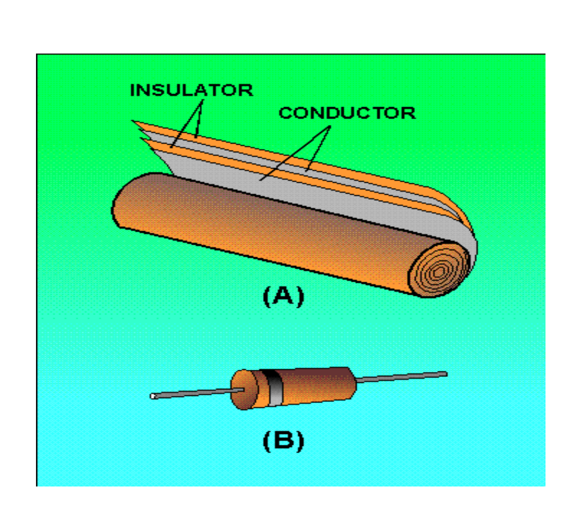
5 - 1 - 8- 2 - 1- المكثفات الثابتة :

غالباً ما تسمى هذه المكثفات تبعاً لنوع الوسط العازل مثل :- المكثف الورقي - مكثف الميكا – مكثف السيراميك – المكثف الكميائى .

5 - 1 - 8- 2 - 1- 1 - المكثف الورقى :

ويتكون من رقائق من ألواح معدنية معزولة بطبقات من الورق المشبع بالزيت .وتتراوح سعته من 0.0001 إلى 8 ميكروفاراد وجهد تشغيله من حوالى 100 إلى 10000V . تستخدم المكثفات الورقية في تطبيقات الترددات المنخفضة ولا تستخدم فى الترددات العالية . شكل (5-5) يبين تركيب وأشكال بعض المكثفات الورقية





شكل (5-5) تركيب وأشكال بعض المكثفات الورقية

5 - 1 - 8- 2 - 1- 2 - مكثف الميكا:

ويتكون من رقائق من الفضة توضع بينها ألواح عازلة من الميكا ثم تغطى بطبقة من الشمع . وتتراوح سعة هذه المكثفات من 10 pf إلى 1000pF وتتحمل جهوداً حتى 10000V . تستخدم مكثفات الميكا في مجال تطبيقات الترددات العالية مثل دوائر التوقيت . شكل (5-6) يبين بعض أشكال مكثفات الميكا .

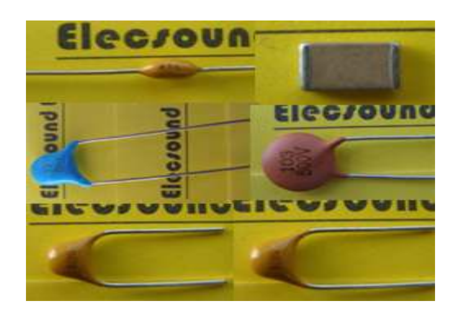


شكل (5-6) بعض أشكال مكثفات الميكا

5 - 1 - 8- 2 - 1- 3- مكثف السيراميك :

يتركب هذا النوع من المكثفات من أنبوبة من السيراميك أو الخزف مغطاة من الداخل والخارج بطبقة من الفضة ، حيث تقوم طبقتى الفضة بدور لوحي المكثف والأنبوبة بدور العازل ثم تغطى الأنبوبة بطبقة عازلة لحماية المكثف من الرطوبة ، تتميز هذه المكثفات بصغر حجمها وتستخدم في تطبيقات الترددات العالية .

شكل (5-7) يبين بعض أشكال مكثفات السيراميك .



شكل (5-7) بعض أشكال مكثفات السيراميك

5 - 1 - 8- 2 - 1- 4- المكثفات الكيميائية :

يتكون المكثف الكيميائى من قطب من الألومنيوم يمثل القطب الموجب ومن مادة كيميائية (ألكتروليتية) ملفوفة على شريط من الورق ، أما المادة العازلة فهى طبقة رقيقة من أكسيد الألومنيوم .

هذه المكثفات لها قطبية محددة وتميز الأقطاب :

بعلامة (+) للقطب الموجب. أو اللون الأحمر وبعلامة (-) للقطب السالب أو اللون الأسود ويوجد أنواع منها تعمل على التيار المتردد ، وهذه الأنواع ليس لها قطبية وقد تصل سعات هذه المكثفات إلى قيم كبيرة .

5 - 1 - 8- 3 - ماهي الشروط التي يجب اتباعها عند شراء وتركيب مكثف :

1- تحديد سعة المكثف و جهده ونوع التيار الذي يعمل علية (تيارمستمر أو متردد).

2- تحديد نوعية المكثف (ورقى - سيراميك - الكتروليتى ......الخ) .

3- يجب مراعاة القطبية (للمكثفات ذات القطبية المحددة) وإلا تعرض المكثف للأنفجار.

شكل (5-8) يبين بعض أشكال المكثفات الكيميائية .

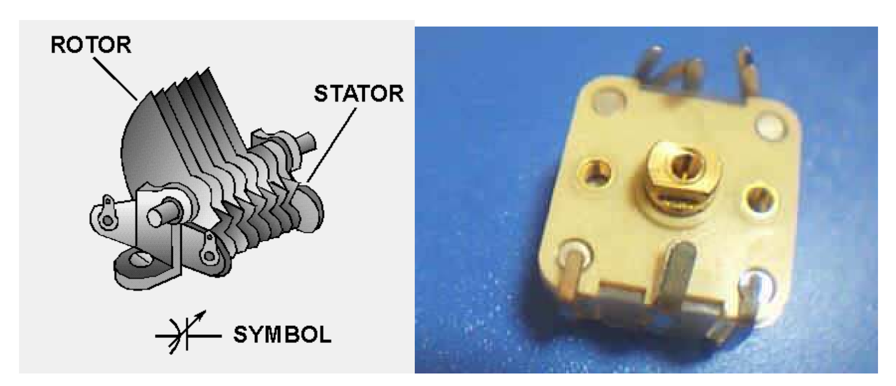


شكل (5-8) بعض أشكال المكثفات الكيميائية

من الشكل السابق نلاحظ أن القطب السالب مميز بعلامة (-) ، كذلك الطرف السالب هو الطرف الأقل طولاً .

5 - 1 - 8- 4 - المكثفات المتغيرة السعة :

تتكون المكثفات المتغيرة من مجموعتين من الألواح أحدهما ثابت والآخر متحرك والوسط العازل بينهما هو الهواء ، تتغير سعة المكثف كلما تغيرت مساحة الألواح المتداخلة إلى أن تصل إلى أقصى قيمة لها أو تصل في الاتجاه العكسي إلى أقل قيمة لها شكل (5-9) يبين شكلين من أشكال المكثفات المتغيرة .



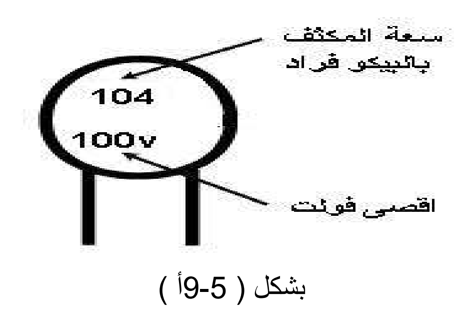
شكل (5-9) يبين شكلين من أشكال المكثفات المتغيرة

بعض أنواع المكثفات يكتب عليها أرقام وهذه الأرقام متفق عليه دوليا لتحديد قيمة سعة المكثف والجهد الأقصى لتشغيله

مثال : المكثف المبين بشكل (5-9أ) موضح عليه الرقم 104 والرقم 100 v

معنى الرقم 104 أن الرقم 10 أمامه أربعة أصفار أى 100000 بوحدات البيكوفاراد

100,000 pf = 100 n = 0.1 uf والجدول (5- 1) يوضح حساب بعض قيم المكثفات



بشكل (5-9أ)

.

ميكروفاراد	نانو فاراد	بيكو فاراد	رمز المكثف
0.0001µF*	0.1n*	100pF	101
0.00022µF*	0.22n (n22)	220pF	221
0.001µF	1n (1n0)	1,000pF	102
0.0033µF	3.3n (3n3)	3,300pF	332
0.01µF	10n	10,000pF*	103
0.047µF	47n	47,000pF*	473
0.1µF (µ1)	100n	100,000pF*	104
0.82µF	820n	820,000pF*	824
1.0µF	1000n*	1,000,000pF*	105

جدول (5- 1) يوضح حساب بعض قيم المكثفات

5 - 1 - 8- 5 - اختبار المكثفات :

العيوب التى تصيب المكثفات هي

1- مكثف به قصر 2- مكثف مفتوح 3- تغيير قيمة المكثف

5 - 1 - 8- 6 - طريقة الاختبار :

يمكن بواسطة جهاز الأفوميتر الرقمي أو التناظري إجراء الخطوات التالية :

1. يضبط مفتاح الاختيار على أقصى قيمة للأوم
2. يتم عمل قصر على طرفي المكثف لتفريغ الشحنة ((كن حريصا من شدة تفريغ الشحنة خصوصاً في المكثفات ذات السعات والجهود العالية))
3. ضع طرف المجس الأحمر على الطرف الموجب للمكثف (وذلك في المكثف ذات القطبية) ، والطرف الأسود على الطرف السالب للمكثف

سوف تظهر حالة واحدة من الثلاث حالات الآتية :

1- وجود قراءة ثم تقل هذه القراءة تدريجياً أو يتحرك مؤشر الجهاز التناظرى إلى قصى قيمة ثم يعود تدريجياً إلى وضع الصفر . يدل ذلك على عدم وجود قصر بالمكثف ولكن لايدل تماماً على أن السعة سليمة

2- أما إذا تحرك المؤشر إلى القيمة العظمى ولم يرجع إلى وضع الصفر ، دل ذلك على وجود قصر بالمكثف ويجب تغييره فورا بنفس المواصفات .

3- إذا لم يتحرك المؤشر في الجهاز التناظري أو يعطى قراءة في الجهاز الرقمي ، دل ذلك على وجود فتح بالمكثف ويجب تغييره .

أما لمعرفة قيمة السعة ، بعض أجهزة الآفوميتر الرقمية يوجد بها إمكانية قياس سعة المكثف حتى 20 ميكروفاراد ، فإذا كانت سعة المكثف المراد قياسها في حدود تدريج الجهاز . يضبط الجهاز على التدريج المناسب ويوضع طرفي المكثف مع مراعاة القطبية إن وجدت في الأماكن المحددة لها ، وسوف يعطى الجهاز قراءة تقارن مع سعة المكثف تحت الاختبار وتحدد مدى صلاحيته .

<u>5 - 1 - 9- الملفات :</u>

وقد تسمى ملفات الحث وتستخدم كثيرا في الدوائر الكهربية والإلكترونية . تتركب الملفات من عدد من لفات سلك نحاسي ملفوف على فورمة عازلة وقد يكون قلب هذا الملف هوائي أو رقائق الحديد أو من الفرايت Ferrite .

ونظرية التشغيل تعتمد على إذا مر تيار كهربي في موصل ينشأ حوله مجال مغناطيسي ، وتعرف قابلية الملف لأنتاج الفيض المغناطيسي بالحث الزاتى له ووحدة قياسها الهنرى والتى هي وحدة كبيرة أشتقت منها الوحدات الآتية :-

المللى هنرى $mH = 10^{-3}\ H$

الميكرو هنري $\mu H = 10^{-6}\ H$

<u>5 - 1 - 9- 1- العوامل التى يتوقف عليها حث الملف :</u>

1- عدد لفات الملف .
2- مادة القلب .
3- مساحة مقطع القلب .
4- الطول والمسافة بين اللفات .

<u>5 - 1 - 9- 2- طريقة الاختبار :</u>

يمكن استخدام الآفو ميتر لفحص الملف وذلك بوضع مفتاح الاختيار علي الأوم ونوصل طرفي الملف بطرفي الجهاز وإذا قرأ مؤشر الجهاز ما لانهاية دل ذلك على أن الملف مفتوح ويمكن أن يكون الملف مقصور بسب انهيار العزل ويقرأ مؤشر الجهاز صفر اوم

شكل (5-10) يبين عدة أشكال من الملفات .



شكل (5-10) عدة أشكال من الملفات

5 - 1 - 10- المحولات :-

يستخدم المحول لتحويل التيار المتردد من جهد إلى جهد أعلى أو أقل بنفس التردد .

ويتركب المحول من ملفين بينهما ترابط مغناطيسى يسمى الملف المتصل بالمصدر الكهربي بالملف الابتدائي أما الملف الثاني المتصل بالحمل فيسمى بالملف الثانوي وهو الملف الذي يؤخذ منه الجهد ، ويلف الملفان على قلب من شرائح الصلب السليكوني أو قلب من برادة الحديد أو الهواء ويعتمد ذلك على تردد التيار المتغير المستخم و القلب هو الذي يحدد نوع المحول (محول ذو قلب حديدى للترددات المنخفضة - محول ذو قلب فرايت للترددات العالية و المتوسطة - محول ذو قلب هوائى للترددات المنخفضة العالية جدا مثل الموجات اللاسلكية)

ويوجد نوعان من المحولات :-

1- المحول الرافع ؛ وفيه عدد لفات الملف الثانوي أكبر من عدد لفات الملف الابتدائي ويكون جهد الخرج في هذا المحول أكبر من جهد الدخل .
2- المحول الخافض؛ وفيه عدد لفات الملف الثانوى أقل من عدد لفات الملف الابتدائي ويكون جهد الخرج في هذا المحول أصغر من جهد الدخل .

لا تختلف نظرية عمل المحولات ذات الجهود والقدرات العالية المستخدمة في شبكات نقل الطاقة الكهربية عن المحولات ذات الجهود والقدرات الصغيرة جدا .

شكل (5-11) يبين أشكال مختلفة للمحولات المستخدمة في مجال الإلكترونيات .



شكل (5-11) أشكال مختلفة للمحولات المستخدمة في مجال الكهرباء و الإلكترونيات

5 - 1 - 10- 1- اختبار صلاحية المحول :

يتم اختبار صلاحية المحول الكهربي عن طريق الآفوميتر بوضع مفتاح الاختيار في وضع الأوم في أقل تدريج وإذا لم يعطى قراءة يؤخذ الأكبر مباشرةً وهكذا ، وتقاس مقاومة أحد الملفين ثم الملف الأخر (القراءة الصغيرة هي لملف الجهد المنخفض ، والقراءة الكبيرة هي لملف الجهد الأكبر). ثم يحول مفتاح الاختيار آلي أعلى قيمة للأوم ثم يختبر التوصيل بين الملفين (الابتدائي والثانوي) فإذا وجدت قراءة دل ذلك على تلف المحول ، ثم تكرر بين كل طرف من أطراف الملفات وجسم المحول ولابد من عدم وجود أى قراءة ويمكن استخدام جهاز الميجر لذلك.

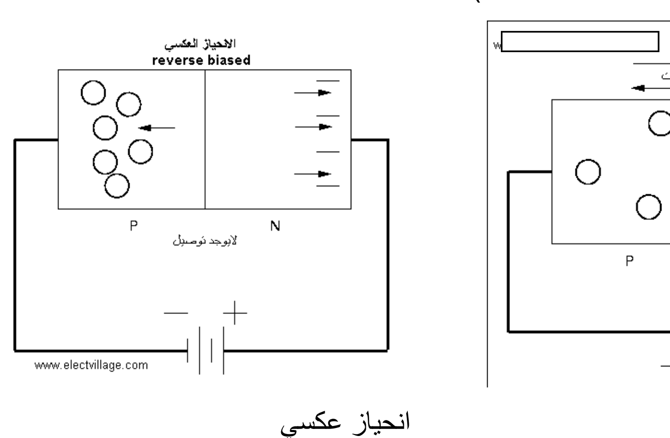
5 - 1 - 11- الثنائي (الدايود) Diode :

من المعروف أن هناك مواد موصلة للكهرباء وأخرى عازلة أنه توجد مواد بينهما تسمى المواد نصف الموصلة أو شبه الموصلة حيث تكون الالكترونات الموجودة في المدارات الخارجية للذرات غير مرتبطة ارتباطاً وثيقاًبنواتها كما في حالة المواد العازلة وهي ليست مفككة حرة عن نواتها كما في حالة المواد الموصلة . من أمثلة المواد شبه الموصلة الجرمانيوم والسيليكون بعد إضافة بعض الشوائب إليهما تستخدم هذه المواد في صناعة الثنائيات والترانزستور .

عند إضافة عنصر مثل الزرنيخ أو الانتيمون لبلورة الجرمانيوم النقية نحصل على بلورة سالبة ويرمز لها بالرمز N-type أما إذا أضيف عنصر مثل الجاليوم أو الأنديوم لبلورة الجرمانيوم فنحصل على بلورة موجبة ويرمز لها بالرمز P-type عند التصاق بلورة من النوع الموجب ببلورة من النوع السالب نحصل على بلورة مزدوجة وتسمى بالوصلة الثنائية (P-N) وبهذه الطريقة تصنع أشباه الموصلات ، الذي تتميز بأنها سهلة التصنيع وصغيرة الحجم وتعمل بكفاءة عالية .

5 - 1 - 11- 1 - خواص الثنائيات :

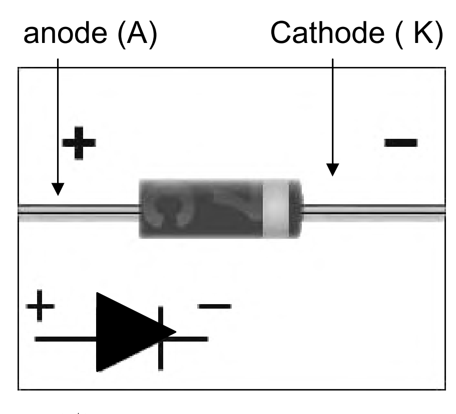
الثنائيات لها خاصية هامة وهى إمرارالتيار الكهربي في اتجاه واحد فقط (الثنائي في حالة انحياز الأمامي) ولا يسمح بمروره في الاتجاه المعاكس (الثنائي في حالة انحياز عكسي) ، لذلك فهو يستخدم بكثرة في توحيد التيار المتردد (لذلك الأسم الشائع له هو الموحد) . شكل (5-12) يبين كل من الانحياز الأمامي والانحياز العكسي وهيئة توزيع الإلكترونات والفجوات (مكان شاغر نتيجة لفقد إلكترون) .



انحياز عكسي   انحياز أمامي

شكل (5-12)

شكل (5-13) يبين شكل من أشكال الدايود (الثنائي) والرزمر المتفق عليه .



رمز الدايود

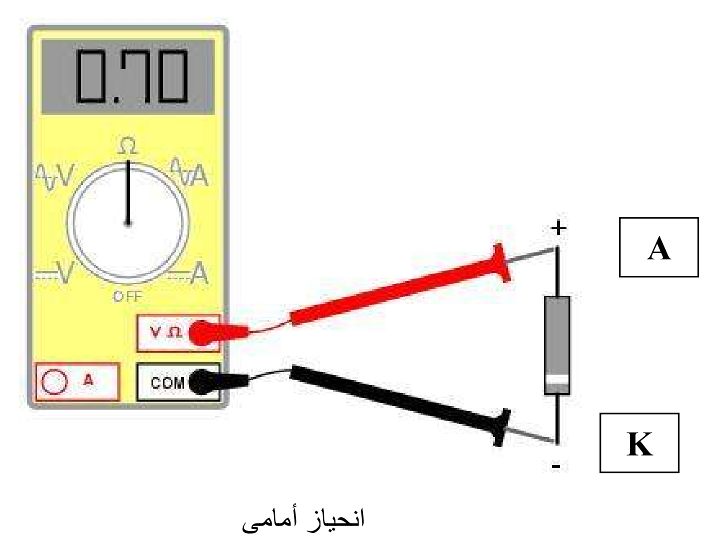
شكل (5-13) شكل من أشكال الدايود (الثنائي) والرزمر المتفق عليه .

5 - 1 - 11- 2 - طريقة اختبار الدايود :

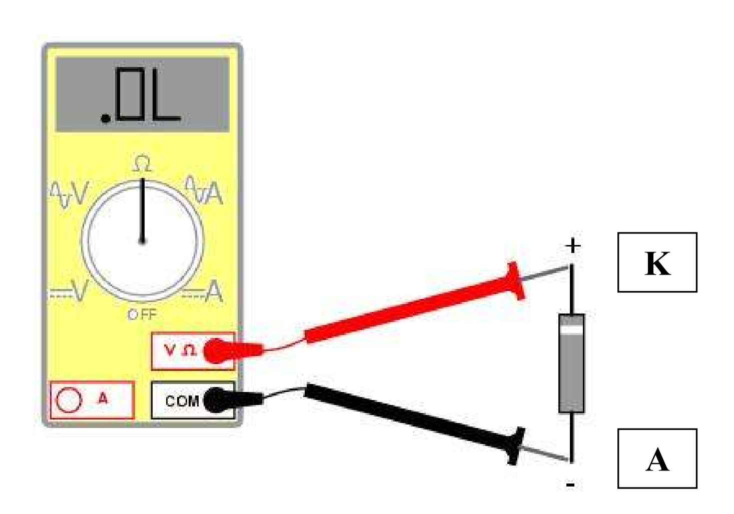
1. أضبط جهاز الآفوميترعلى وضع تدريج المقاومة وعلى الوضع X 1k أو رمز الدايود .

2. ضع الطرف الأحمر لمجس الجهاز على طرف الأنود A والطرف الأسود لمجس الجهاز على طرف الكاثود K كما بشكل (14-5) - انحياز أمامي – فيجب أن تكون القراءة صغيرة جدا .

3. أعكس وضع المجسين الأحمر على طرف الكاثود K والأسود على طرف الأنود A . إذا كان الدايود جيداً فإن الجهاز لا يعطى أى قراءة . أما إذا أعطى أى قراءة فهذا مؤشر على تلف الدايود .



انحياز أمامي



أنحياز عكسى

شكل (14-5) اختبار الدايود

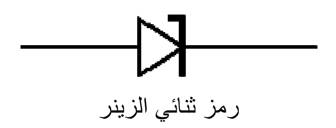
5 - 1 - 12- ثنائي الزينر :-

هو عبارة عن ثنائي من السيليكون في حالة التوصيل الأمامي يتصرف كثنائي سيليكون عادى ، أما في حالة توصيله بجهد عكسي (الانحياز العكسي) يظل التيار المار به صغيراً إلي أن تصل قيمة الجهد العكسي إلي جهد الانهيار أو ما يسمى بجهد الزينر وعندئذ يزيد التيار بسرعة مع أي زيادة طفيفة في الجهد .

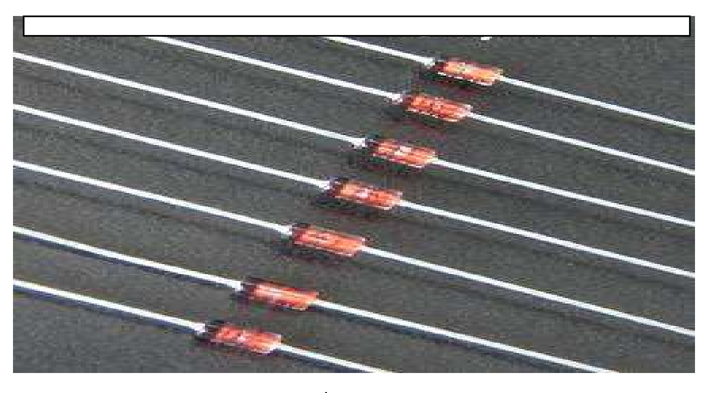
أهم ما يميز ثنائي الزينر هو القيمة الاسمية للجهد . والقيم الاسمية المنتجة للزينر هي

2.4- 2.7 -3 - 3.3- 3.6-4.3- 4.7- 5.1- 6.2 …..8.2- 9.1- 12 …………270 volt ، وقدرات من 400mW وحتى 75W .

وأكثر استخدامات ثنائي الزينر في دوائر تنظيم الجهد وشكل (5- 15) يبين بعض أشكال ثنائي الزينر



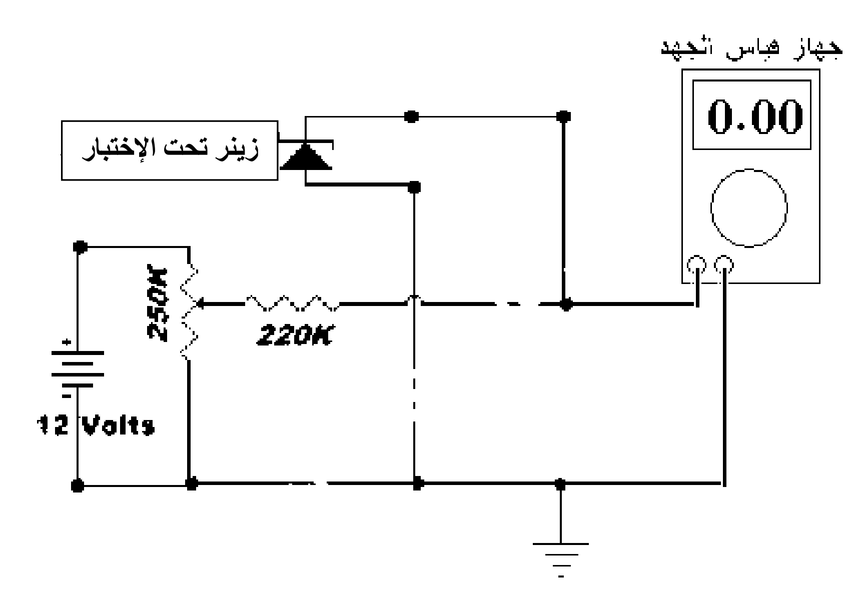
رمز ثنائي الزينر



شكل (5- 15) بعض أشكال ثنائي الزينر

5 - 1 - 12- 1 - اختبار صلاحية ثنائي الزينر:-

لتحديد السريع لصلاحية ثنائيات الزينر تجرى عليها نفس خطوات اختبار ثنائي الدايود لنحصل على قراءة في اتجاه واحد فقط إن كان سليما فإذا أعطى قراءة في الأتجاهين أو لم يعطى قراءة على الأطلاق فهو تالف . ولكن لا يثبت قيام الزينر بتنظيم الجهد في المدى الخاص به . ولاختبار صلاحية الزينر يتم توصيله في الدائرة الموضحة في الشكل رقم (16-5) ونقوم برفع وخفض جهد منبع التغذية ونسجل قراءة الفولتمتر فإذا لم يحدث تغير دل ذلك على أن الزينر سليم (ثبات الجهد المقاس على طرفي الزينر) ،أما إذا تغير الجهد المقاس على طرفي الزينر دل ذلك على تلفه ، ويستوجب الأمر بتغييره بآخر من نفس الطراز أو المدى .



شكل (5-16) يبين طريقة اختبار ثنائي الزينر

5 - 1 - 13- الترانزستور :

يتكون الترانزستور من ثلاث طبقات من أشباه الموصلات ، ويتم ترتيب هذه الطبقات بطريقتين هما PNP أو NPN

للترانزستور ثلاثة أقطاب و أطراف الترانزستور هي :-

1- المشع Emitter ويرمز له بالرمز E .

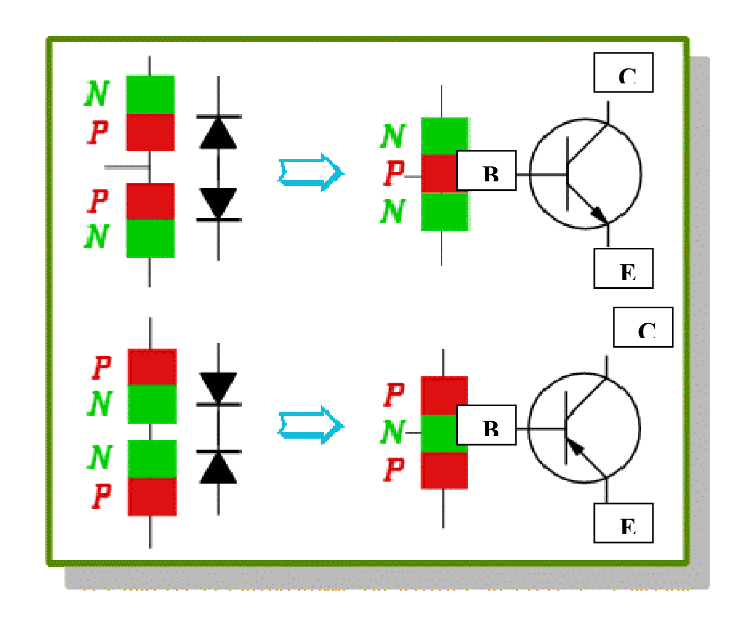
2- القاعدة Base ويرمز لها بالرمز B .

3- المجمع Collector ويرمز له بالرمز C .

أى أن هناك نوعان من الترانزستور :

1 - نوع (PNP) وتكون القاعدة في هذا النوع من النوع السالب (N type) أما المشع والمجمع فهما من النوع الموجب (P type) .

2- نوع (NPN) وتكون القاعدة في هذا النوع من النوع الموجب (P type) أما المشع والمجمع فهما من النوع السالب (N type) . شكل (5-17) يبين رمز وتركيب نوعى الترانزستور .



شكل (5-17) رمز وتركيب نوعى الترانزستور .

5 - 1 - 1 -13 - 1 - اختبار الترانزستور :-

متاعب الترانزستور غالباً ما تكون فتح داخلي في نقط الاتصال الداخلية ويسمى (open) أو حدوث اتصال بين نقط الاتصال الخاصة بالأقطاب ويقال أن به قصر (short)، وهذه الحالة تحدث نتيجة الحرارة العالية في جو التشغيل أو زيادة فجائية في الجهد ، كما يتعرض الترانزستور لحالة رشح (Leakage) شديد بين الأقطاب يسبب عدم كفاءة عمله ولاختبار الترانزستور نستخدم جهاز الآفوميتر في وضع قياس الأوم (R×100) أو وضع قياس الدايود) ونتبع الخطوات الآتية :-

1- (test 1) نلامس أحد طرفي مجس الآفوميتر مع طرف قاعدة الترانزستور (B) ونلامس طرف مجس الآفوميتر الأخر مع طرف المشع (E) ، ثم نعكس طرفى مجس الآفوميتر . لكي يكون الترانزستور سليماً يجب أن تكون إحدى القراءتين مقاومة عالية والأخرى مقاومة منخفضة وخلاف ذلك يكون الترانزستور تالف .

2- (test2) نكرر الاختبار السابق ولكن مع طرفي القاعدة (B) والمجمع (C) للترانزستور أيضاً يجب أن تكون إحدى القراءتين مقاومة عالية والأخرى مقاومة منخفضة وخلاف ذلك يكون الترانزستور تالف .

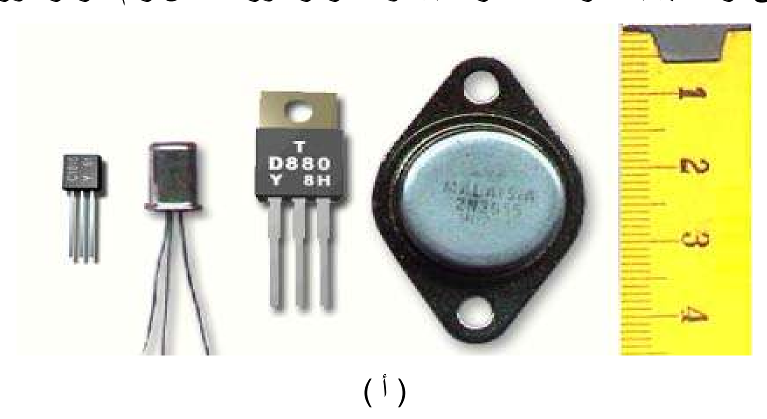
3- (test3) نكرر الاختبار السابق ولكن مع طرفي المشع (E) والمجمع (C) ، التى يجب أن تكون القراءتان مقاومة عالية جداً .

شكل (5-18أ،ب) يوضح بعض أشكال الترانزستور وترتيب أقطابه .

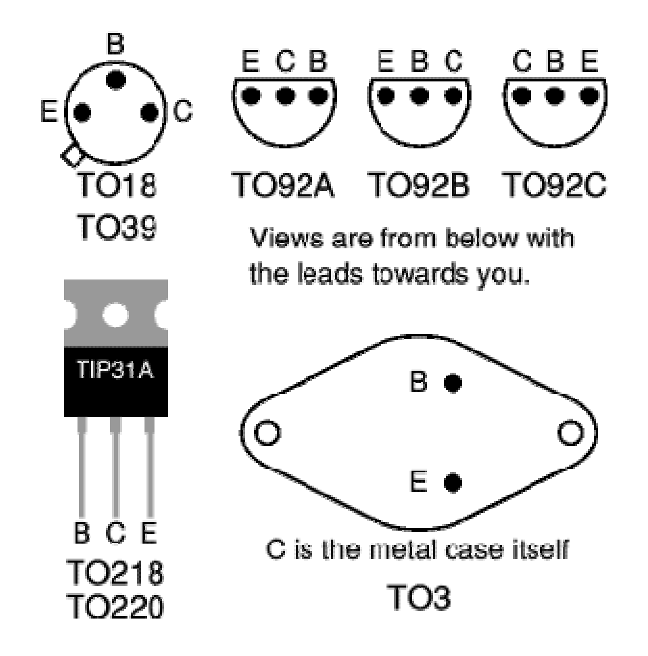
شكل (5-19) يوضح خطوات اختبار الترانزستور .

بعض أجهزة الآفوميتر الرقمية بها خاصية قياس واختبار الترانزستور وذلك بأن توضع أطراف أقطاب الترانزستور في الأماكن المخصصة لها على الآفوميتر مع مراعاة صحة القطبية بين الترانزستور والجهاز فإذا كانت قراءة جهاز الآفوميتر :-

4. صفرا أو قليلة جداً دل ذلك على وجود قصر .
5. لم يعطى أى قراءة دل ذلك على وجود فتح .
6. أما إذا أعطى قراءة فيجب مقارنة تلك القراءة بجداول الترانزستورات لنفس رقم الترانزستور تحت الاختبار .



(أ)



(ب)

شكل (5-18أ،ب) يوضح بعض أشكال الترانزستور وترتيب أقطابه .

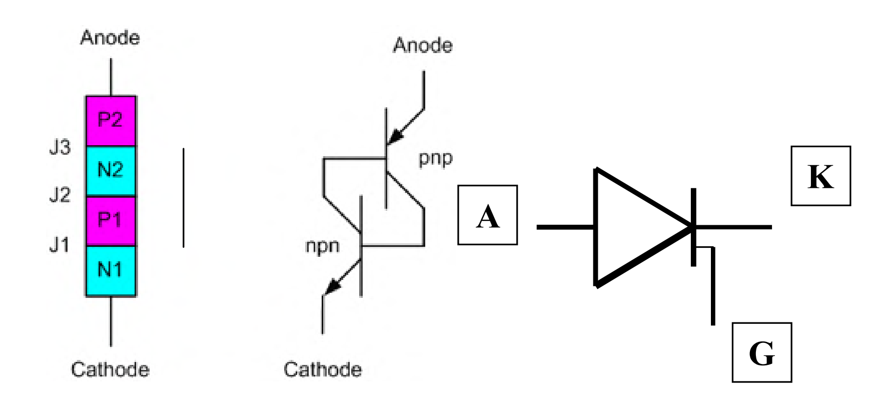
5 - 1 - 14- الثايرستور :

هو أسم يطلق على نبيطة ضمن مواد أنصاف الموصلات ، والثايرستور يستخدم الآن بكثرة بدلا من مفاتيح التوصيل التى تعمل ميكانيكياً أو كهربياً وذلك لسرعته العالية جداً في التوصيل والقطع . كما يستخدم أيضا في دوائر التوحيد المحكومة ومن هنا يأخذ أسم الموحد السيليكونى المحكوم SCR .

ويتكون الثايرستور من أربع طبقات سيليكون هي على التتابع PNPN . يخرج من هذه المجموعة ثلاثة أطراف :-

1. الطرف الأول يسمى المصعد Anode وهو يلامس الشريحة الأولى .
2. الطرف الثاني يسمى المهبط Cathode وهو يلامس الشريحة الرابعة .
3. الطرف الثالث يسمى البوابة Gate وهو يلامس الشريحة الثالثة .

شكل (5-20) يبين التركيب البنائى للثايرستور ورمزه .



شكل (5-20) يبين التركيب البنائى للثايرستور ورمزه .

5 - 1 - 14- 1 - إشعال الثايرستور (تشغيله) :

من خواص تركيب الثايرستور أن التوصيل بين المصعد والمهبط مغلق سواء في الاتجاه الأمامي أو الاتجاه العكسي ، وتستخدم البوابة لإحداث توصيل أمامي ، وذلك بوضع إشارة (نبضة) صغيرة الجهد على البوابة بالنسبة إلى الكاثود ، وبوصول نبضة كهربية للبوابة يصبح الثايرستور في حالة توصيل ويمكن مرور تيار كهربي ، وبمجرد أن يصبح الثايرستور موصلاً فإنه يظل كذلك حتى بعد زوال النبضة عن البوابة . إرجاع الثايرستور لحالته الأولى أى عدم التوصيل ليس سهلا ولكن أبسط طريقة عملية هو فصل المنبع الكهربي عنه .

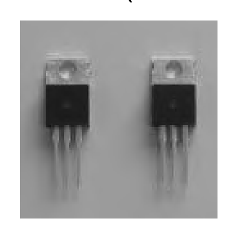
استخدام الثايرستور :

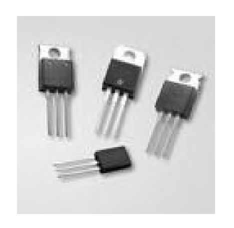
1- يستخدم الثايرستور في دوائر التوحيد المحكومة (أى التى يمكن تنظيم خرج التيار المستمر منها) .
2- يستخدم الثايرستور كمفتاح إلكتروني ذو سرعة وكفاءة عالية .

3- يستخدم الثايرستور للتحكم في سرعة محركات التيار المستمر والمحركات العامة (اليونفرسال) .

4- استخدامات كثيرة في مجال الإلكترونيات .

شكل (5- 21) يبين بعض الأشكال المختلفة للثايرستور (لاحظ أنها قد تشبه الترانزستور في الشكل ولكنها تختلف في المسمى)









شكل (5- 21) يبين بعض الأشكال المختلفة للثايرستور

وشكل (5-22) توضح طريقة عملية بسيطة لإشعال الثايرستور أو اختبار صلاحيته .

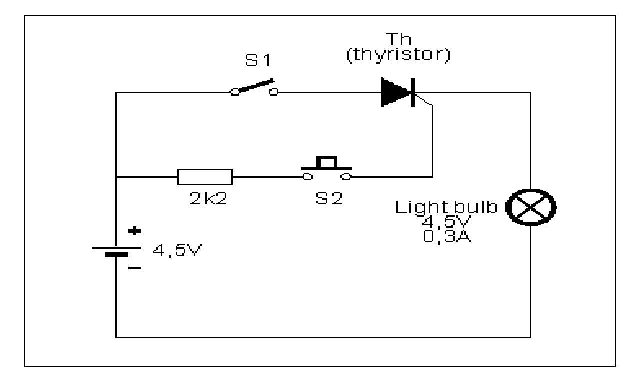
حسب الخطوات الآتية :-

1- أضغط المفتاح S1 ليصل جهد البطارية على طرفي الثايرستور نلاحظ أن المصباح لا يضئ أى لا يمر تيار كهربي بمعنى أن الثايرستور مغلق .

2- أضغط على الضاغط S2 ليمر تياركهربى من خلال المقاومة 2K2 (جهد أقل من 4.5 فولت) ، فور الضغط على الضاغط يضئ المصباح ويظل كذلك حتى بعد رفع اليد عن الضاغط . ولا تنطفئ إلا بعد فصل المفتاح S1 وعند توصيله مرة ثانية لا تضئ إلا بعد ضغط الضاغط .

3- إذا أضيء المصباح قبل ضغط الضاغط أى بعد توصيل المفتاح S1 فقط دل ذلك على وجود قصر بالثايرستور ويكون (تالف) .

4- إذا لم يضئ المصباح (التأكد من سلامته) مع إجراء الخطوات السابقة دل ذلك على وجود فتح في الثايرستور ويكون (تالف) .



شكل (5-22) توضح طريقة عملية بسيطة لإشعال الثايرستور أو اختبار صلاحيته

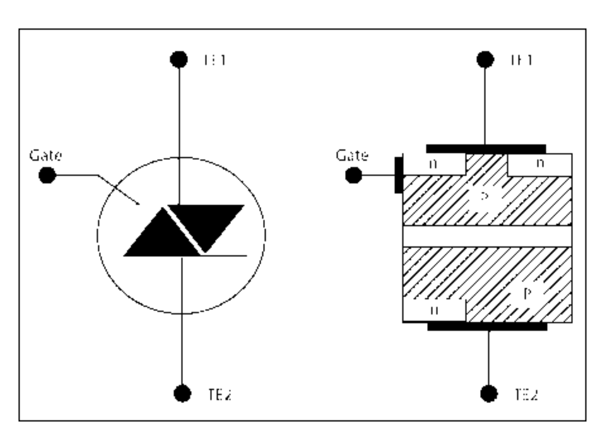
5 - 1 - 15- الترياك :

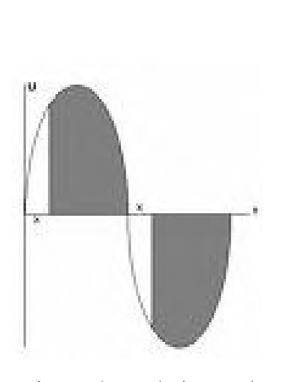
الترياك هو أحد فصائل الثايرستور مزدوج الاتجاه ، حيث أن تركيبه الداخلي يسمح له بتوصيل الجهد الكهربي في كلا الاتجاهين بعكس الثايرستور الذي هو أحادى الاتجاه.

والتركيب الداخلي للترياك يمكن اعتباره عدد اثنين ثايرستور متصلين في توازى عكسي مع بوابة مشتركة ، ويشعل الترياك بوصول نبضة كهربية موجبة أو سالبة على البوابة . يستخدم الترياك في التحكم في قيمة التيار المتردد ، لذا فهو يستخدم في التحكم في حركة محركات التيار المتردد عن طريق تغيير قيمة الجهد علي طرفيها . وكذلك تغيير شدة الإضاءة للمصابيح . الشكل (5-23) يبين التركيب البائي ورمز الترياك وشكل الموجة الخارجة منه .

5 - 1 - 15- 1 - أطراف الترياك :

للترياك ثلاثة أطراف هي T1 ، T2 والطرف G الذي يمثل البوابة .

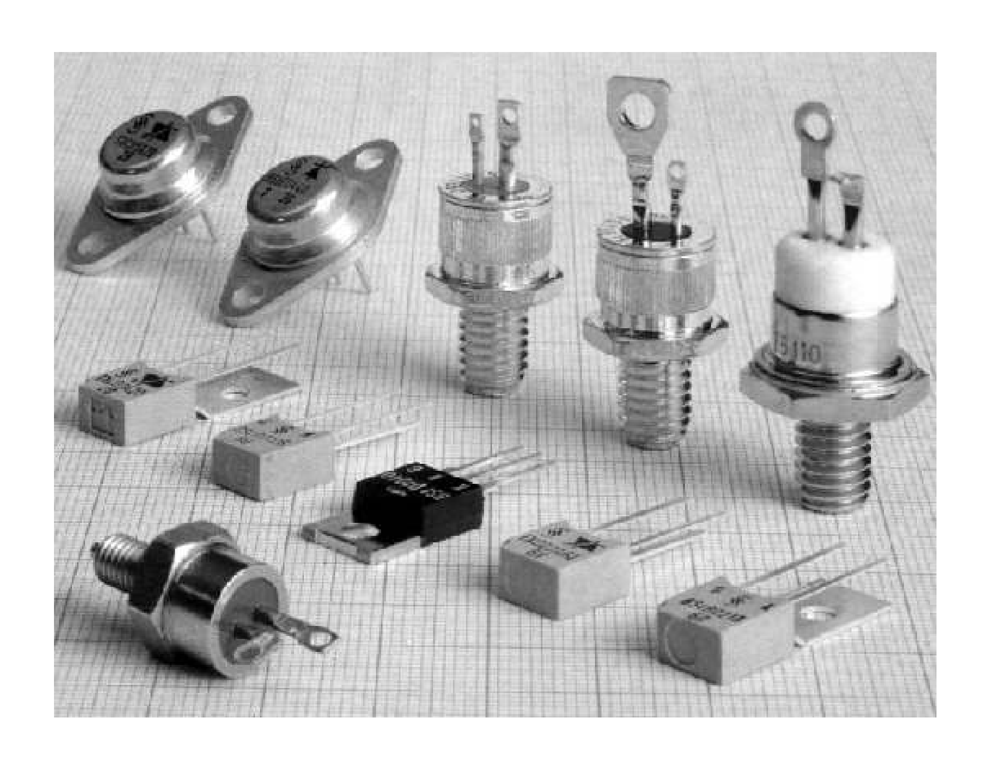




التركيب البنائى للترياك　　　رمز الترياك　　　شكل موجة التيار الخارجة من الترياك

شكل (5-23) يبين التركيب البنائى ورمز الترياك وشكل الموجة الخارجة منه .

شكل (5-24) يبين بعض أشكال الترياك المتداولة ذات قدرات مختلفة

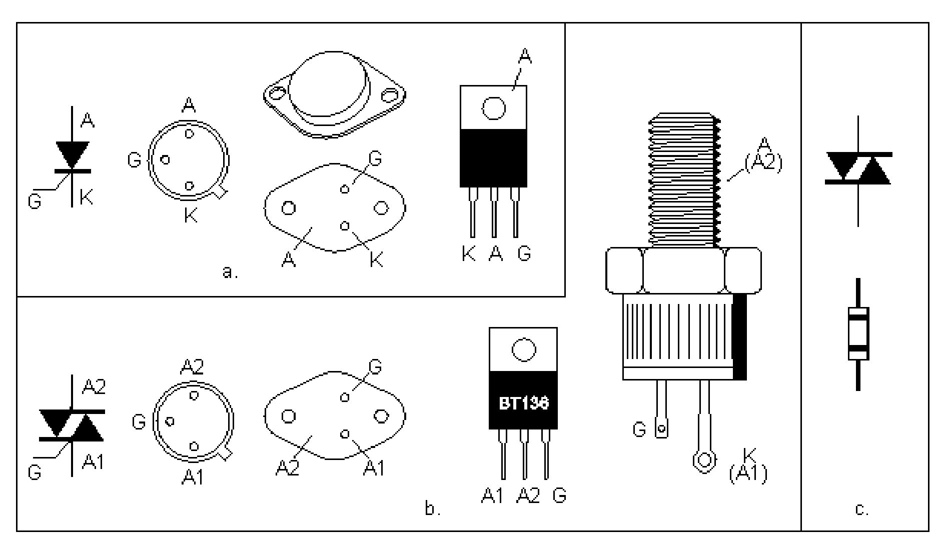


شكل (5-24) بعض أشكال الترياك المتداولة ذات قدرات مختلفة

5 - 1 - 16- الدياك :

الدياك هو أحد فصائل الثايرستور مثل الترياك ولكنه بدون بوابة ، ويسمى أيضا باسم ثنائي الإشعال (ثنائي القدح) Trigger diode . من خواص الترياك هو التوصيل في اتجاهي الجهد الكهربي . ويتكون الدياك من ثلاثة طبقات PNP وله طرفان هما T1 و T2 . ونظرية عمل الدياك هو عند توصيله في أى اتجاه على جهد أقل من جهد الانهيار له ؛ فإن الدياك يمنع مرور التيار خلاله، وعند وصول الجهد إلى جهد الانهيار يبدأ الدياك في التوصيل ويتناقص الجهد على طرفيه إلى قيمة أصغر . ويقع جهد الأنهيارعادة فيما بين المدى 30 الى 50 فولت . وعمل الدياك الرئيسي هو إشعال الثايرستور أو الترياك .

شكل (5-25) يبين رسما تخطيطيا لكل من الدياك والترياك والثايرستور والرمز لكل منهما وتحديد الأطراف .



a : رمز وأطراف بعض أنواع الثايرستور .

b : رمز وأطراف بعض أنواع الترياك . (T2=A2 , T1=A1) .

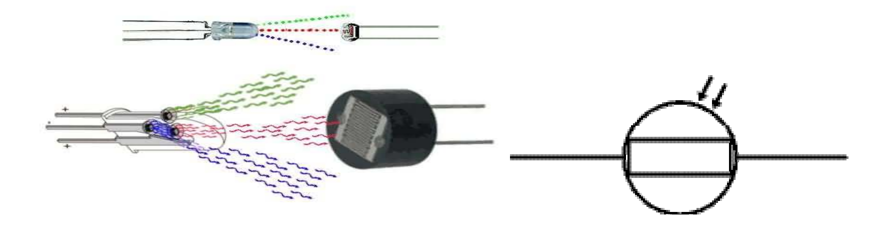
c : رمز وأطراف الدياك .

شكل (5-25) يبين رسما تخطيطيا لكل من الدياك والترياك والثايرستور

5 - 1 - 17- المقاومة الضوئية LDR :

وهى تصنع من مواد شبه موصلة مثل سيليند الكاديوم وتغطى بالسيراميك وتوضع داخل غلاف زجاجي . وتتغير مقاومة LDR عند تعرضها لشعاع ضوئي ، فتقل قيمه المقاومة من عدد من الميجا أوم إلى عدد من الكيلو أوم أو أقل . وتستخدم في الدوائر التى تعتمد على الضوء في تشغيلها مثل إنارة أعمدة الشوارع ليلا .

شكل (5-26أ) يبين رمز المقاومة الضوئية .وشكال (5-26ب) يوضح كيفية عمل المقاومة الضوئية .



شكل (5-26أ) رمز المقاومة الضوئية LDR   شكال (5-26ب) كيفية عمل المقاومة الضوئية

5 - 1 - 18- الثنائى الضوئى :

هو نوع آخر من الثنائيات ، ومن خواصه بأنه يعطى ضوءاً إذا ما طبق علية جهد ذو انحياز أمامي .

5 - 1 - 18- 1 - طريقة معرفة أطرافه :

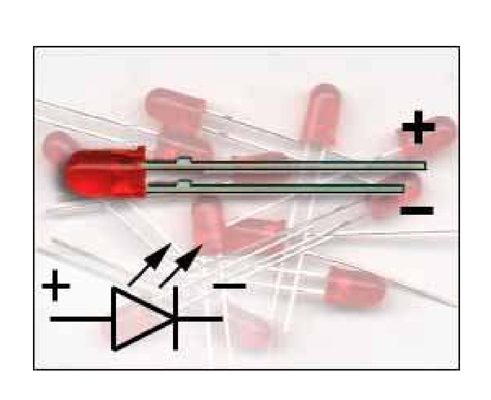
أسهل طريقة لمعرفة أطراف الثنائي الضوئي هي بالنظر اليه من الداخل ، ستلاحظ أنـه يتركب من جزئين أحدهما أكبر من الثـاني ، كما بشكل (5- 27أ) ، الطرف المتصل بـالجزء الأكبر هو الطرف السالب (الكـاثود) ، أمـا الطرف المتصل بالجزء الأصغر هو الطرف الموجب (الأنود) . توجد طريقة أخرى لتحديد هذين الطرفين ، الطرف ذو السلك الطويل يمثل الطرف الموجب ن والسلك ذو الطرف القصير يمثل الطرف السالب (هذا في حالـة ما يكون الثنائي جديدا ولم يستعمل) .

يوجد ألوان وأحجام مختلفة لهذا الثنائي ، من ألوانـه الشائعة ((الأحمر ، الأخضر ، الأصـفر ......) . يستعمل الثنائى الضوئى فى مجالات كثيرة منها بيان حالـة تشغيل الأجهزة – الأعلانـات الضوئية - فى بعض حالات بيـان الأرقام ووالأشكال وخلافه .

شكل (5- 27أ) يبين كيفية معرفة أطراف الثنائي الضوئي . وشكل (5-27ب) يبين بعض أشكال الثنائي الضوئي .



شكل (5- 27أ)



شكل (5-27ب)

5 - 1 - 19- الترانزستور الضوئى :

الترانزستور الضوئي هو ترانزستور له طرفان فقط وهما المجمع C والمشع E أما القاعدة فليبس لها طرف . ونظرية تشغيله هي عند سقوط ضوءاً عليه يكون هذا الضوء بمثابـة حقن إشارة لقاعدة الترانزستور B مما يسمح بتشغيله . ويستخدم هذا الترانزستور في الدوائر التى تعتمد في تشغيلها على شدة الاستضاءة .

شكل (5-28أ) يبين رمز الترانزستور الضوئي . وشكل (5-28ب) يبين بعض أشكال الترانزستور الضوئي .



شكل (5-28ب) بعض أشكال الترانزستور الضوئي

شكل (5-28أ) رمز الترانزستور الضوئي

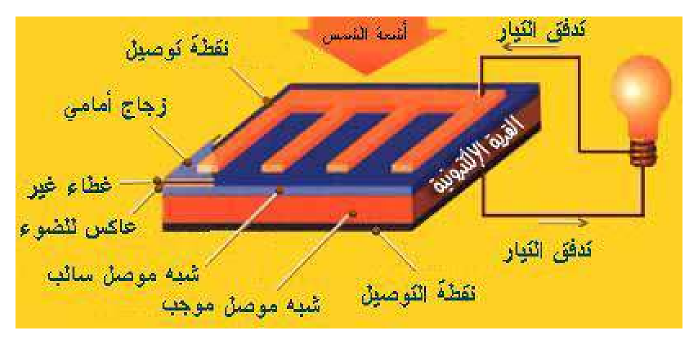
5 - 1 - 20- الخلية الضوئية :

هو عنصر إلكتروني يقوم بتوليد الطاقة الكهربائية عن طريق أشعة الشمس

مميزاتها :

1. هادئة حيث أنها لا تصدر أي صوت .
2. لا تحتوى على أي عناصر ميكانيكية .
3. لا تلوث البيئة .
4. عمرها طويل ولا تتلف .
5. يمكنها إنتاج الطاقة في اي مكان ولا تحتاج الى تمديدات كهربائية .
6. تعمل بشكل جيد حتى مع وجود الغيوم .. او برودة الطقس ..

شكل (5-29) يبين رسماً مبسطا للخلية الضوئية



شكل (5-29) يبين رسماً مبسطا للخلية الضوئية

5 - 1 - 20- 1 - طريقة عملها:

1.تسقط الطاقة القادمة من الشمس على شريحة رقيقة من مادة السيليكون .. مما يؤدي الى اكتسابها طاقة بسبب حركة الالكترونات.

2.حركة الإلكترونات تولد فرق جهد كهربائي على طرفي الخلية ..

3.كلما زادت كمية الإشعاع الساقط على شريحة السيليكون كلما تم إنتاج كمية اكبر من الطاقة ..

4.يمكن ضبط زاوية سقوط الشمس على الخلية للحصول على اكبر قيمة للتيار .

5.تتأثر قيمة التيار الكهربائي المتولد بالحرارة المحيطة بالخلية الضوئية .

5 - 1 - 21- الدوائر المتكاملة :

الدائرة المتكاملة IC عبارة عن دائرة إلكترونية كاملة تحتوى على العناصر الضرورية لها مثل : الترانزستورات ، الثنائيات ، المقاومات ، هذا بالإضافة إلى التوصيلات اللازمة لهذه المكونات ، وتغلف الدائرة المتكاملة بغلاف يخرج منه أطراف توصيل بأشكال وأبعاد قياسية .

5 - 1 - 21- 1 - أشكال أغلفة الدوائر المتكاملة :

1. التغليف ذو الأطراف على الجانبين DIP .
2. التغليف ذو الأطراف المسطحة Flat – pack .
3. التغليف في علبة معدنية .

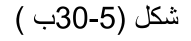
شكل (5-30أ) يبين أحد أشكال النوع DIP .

شكل (5-30ب) يبين أحد أشكال النوع Flat – pack .



شكل (5-30أ)





شكل (5-30ب)

5 - 1 - 21- 2 - أنواع الدوائر المتكاملة :

يمكن تقسيم الدوائر المتكاملة بصفة عامة من حيث نمط التشغيل إلى مجموعتين رئيسيتين هما :

1- الدوائر المتكاملة الخطية Linear ICs :

ويتناسب خرج هذا النوع مع إشارة الدخل له ، ويستخدم أساساً بدوائر معالجة الإشارات (المكبرات – المذبذبات...) في مجال هندسة الأتصالات .

2- الدوائر المتكاملة الرقمية Digital ICs :

ويعمل هذا النوع في دوائرحالتى المنطق (0 , 1) ويستخدم هذا النوع أساساً بأجهزة الكمبيوتر ونبائط العد والدوائر المساعدة في التحكم .

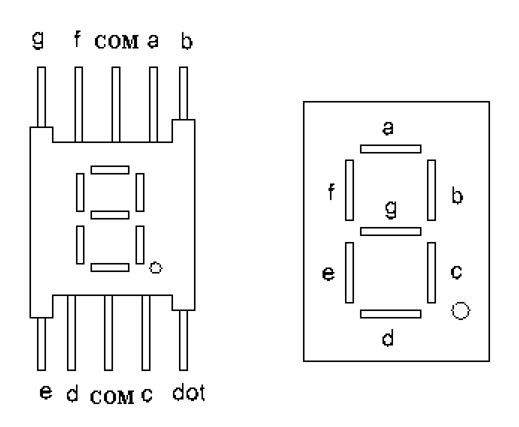
5 - 1 - 21- 3 - تحديد أطراف الدوائر المتكاملة :

بالنظر إلى IC من أعلى (أى انك ترى رقم وبيانات IC) سوف ترى دليل (علامة) موضح بالغلاف ، هذا الدليل يميز الرقم 1 ثم يتم العد من اليسار إلى اليمين في اتجاه ضد عقارب الساعة .

5 - 1 - 22- شاشة الإظهار الرقمية 7-Segment :

لقد انتشرت الثنائيات الضوئية انتشارا واسعاً في مجال الإلكترونيات . وأحد هذه النوعيات هي شاشة الإظهار الرقمي 7-Segment وتتركب في أبسط صورها من عدد سبعة ثنائيات ضوئية (7 Leds) ترتب على شكل 8 . والغرض من وضع هذه الثنائيات بهذا الترتيب هو الحصول على أرقام من 0 إلى 9 بواسطة إنارة بعضا منها وإطفاء الآخرين .

شكل (5-31أ) يبين رسما تخطيطيا ل 7-Segment



Seven-Segment Display

شكل (5-31أ) يبين رسما تخطيطيا ل 7-Segment

وتنقسم 7-Segment إلى :

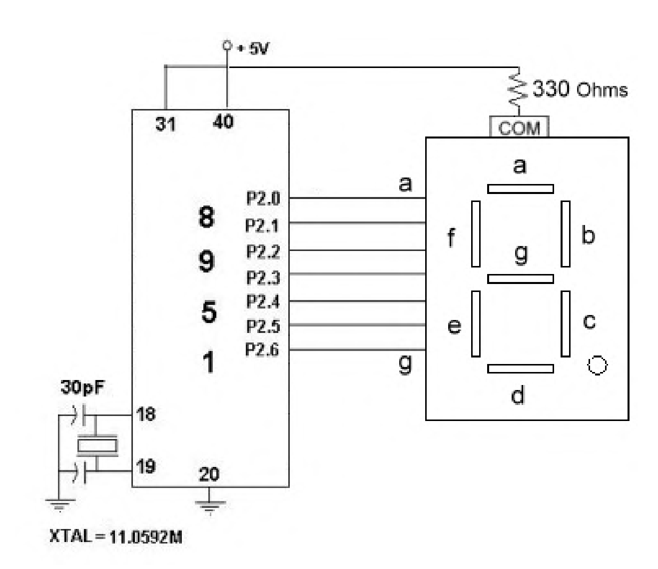
1- الأنود المشترك وفيها توصل جميع الأنود لها بنقطة واحدة .

2- الكاثود المشترك وفيها توصل جميع االكاثود لها بنقطة واحدة .

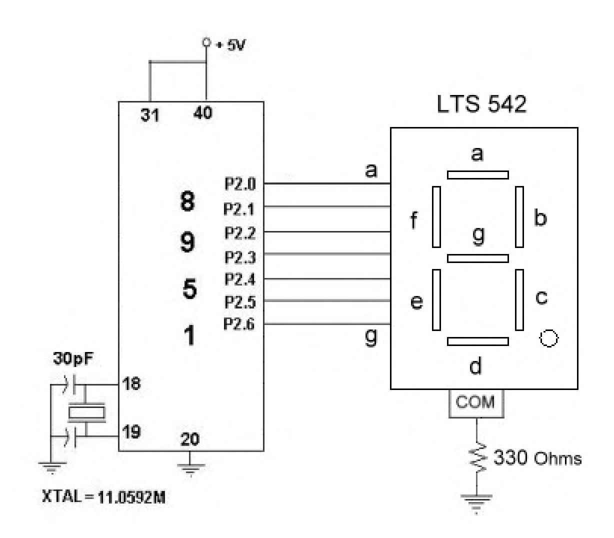
شكل (5-31ب) يبين دائرة توصيل دائرة 7-Segment ذات الأنود المشترك .

شكل (5-31ج) يبين دائرة توصيل دائرة 7-Segment ذات االكاثود المشترك .

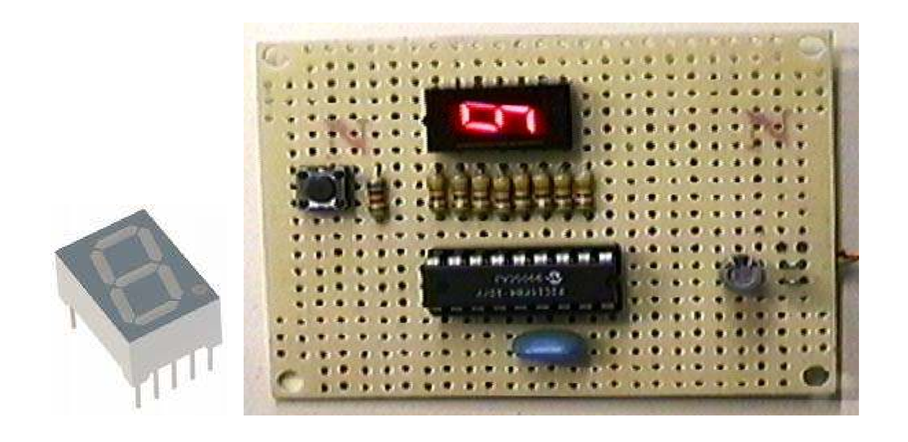
شكل (5-31د) يبين تشغيل 7-Segment فعلية .



شكل (5-31ب) يبين دائرة توصيل دائرة 7-Segment ذات الأنود المشترك .



شكل (5-31ج) يبين دائرة توصيل دائرة 7-Segment ذات االكاثود المشترك .



شكل (5-31د) يبين دائرة 7-Segment منفذة عملياً .

كلما تم الضغط على الضاغط (الموجود في جهة اليسار) يزداد العدد بواحد . هذه الدائرة تعد أرقام الآحاد فقط (من 0 إلي 9) وإذا أردنا رقم العشرات تضاف

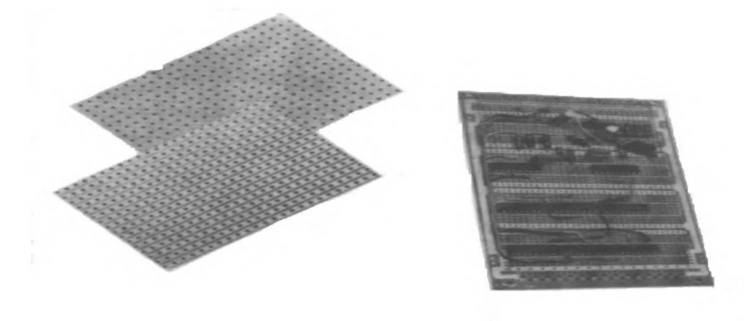
7-Segment أخرى بجانبها وهكذا .

5 - 1 - 23- اللوحة المطبوعة :

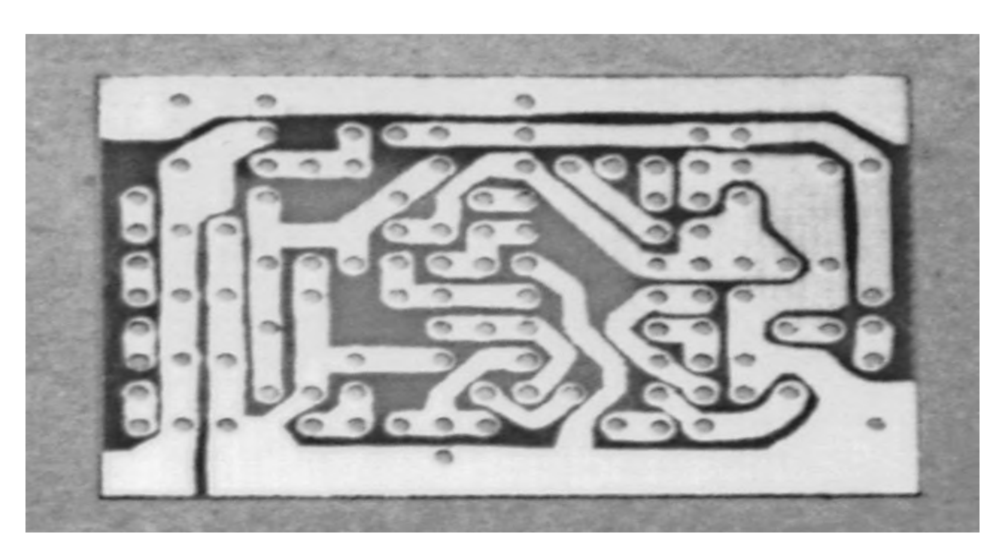
وهى عبارة عن لوحة من مادة عازلة مثل الفيبر ، ويوجد على أحد أوجه اللوحة طبقة رقيقة من النحاس يعمل بها شكل التوصيلات المطلوب عملها بين المكونات بدلاً من الأسلاك وذلك حسب الدائرة الإلكترونية، ثم تثبت المكونات عليها (المقاومات ، المكثفات ، الملفات ، الثنائيات ، الترانزستورات ، الدوائر المتكاملة) على الوجه المقابل للمسارات النحاسية بعد إدخال أطراف مكونات الدائرة مثل أطراف مكونات الدائرة في الثقوب المخصصة لها باللوحة ويتم لحامها برقائق النحاس من خلال وسائد Pads ويتم اللحام يدوياً أو أتوماتيكيا , شكل (5- 32أ) يوضح شكل الوجه النحاسي للوحة مطبوعة لم يطبع عليها أى مسارات ,شكل (5-32ب) يوضح شكل لوحة مطبوعة أخرى ذات مسارات طولية منفصلة ومثقوبة (تباع مجهزه سابقا تستخدم للدوائر البسيطة) , شكل (5-32ج) يبين لوحة تم طبعها , شكل (5-32د) يبين لوحة تم طبعها وتم لحام مكوناتها .



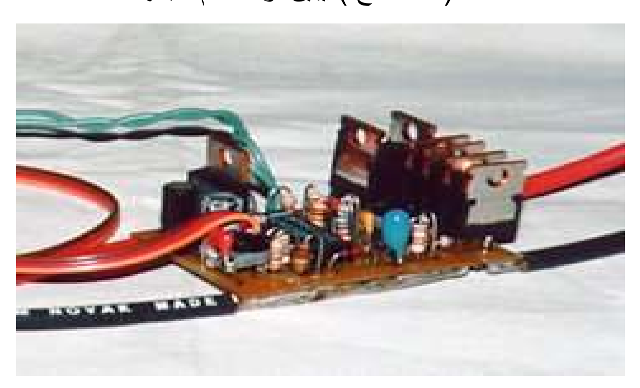
شكل (5- 32أ) يبين لوحة قبل طبعها



شكل (5-32ب) يبين لوحة مجهزه سابقا تستخدم للدوائر البسيطة



شكل (5- 32ج) يبين لوحة تم طبعها



شكل (5-32د) يبين لوحة مطبوعة بعد وضع المكونات عليها و لحامها .

الباب السادس

تمارين لإكساب المهارات

1-6 تنفيذ تمرين لوحة مطبوعة (برنتيد) :

المقدمة :

جميع الأجهزة الكهربية والإلكترونية التى تحتوى على مكونات إلكترونية لابد من توصيلها معا على اللوحة المطبوعة (الكروت الإلكترونية) , لذلك تعد هذه اللوحات من أهم ما تتطلبه الصناعات الإلكترونية الدقيقة .

ماهى اللوحة المطبوعة (الكارت الإلكتروني) ؟

هي عبارة عن لوحة لها طبقة من النحاس من جهة والطبقة الأخرى من مادة عازلة مثل الفيبر وهى التى تثبت عليها المكونات الإليكترونية ويتم التوصيل للدائرة على الطبقة النحاس بمسارات معزولة عن بعضها البعض وفى هذه الحالة تسمى اللوحة طبقة واحدة Single - Layer .

وقد يكون الطبقتان للوحة من النحاس ويكون توصيل الدائرة بمسارات من الطبقة العليا آلتي بها المكونات بجانب المسارات آلتي بالطبقة الأخرى وذلك لتفادى التقاطعات وتسمى باللوحة المزدوجة Double - Layers .

كما توجد ألان لوحات متعددة الطبقات , ويتم تصنيع هذه اللوحات بطريقتين .

1. الحفر بواسطة الحاسب .
2. إزالة النحاس عن طريق الأحماض .

وفي الحالتان لابد في البداية من الحصول علي التخطيط للدائرة المطلوبة مع مراعاة مايلى :

1 أثناء وضع التخطيط لابد من وجود مكونات الدائرة لمعرفة الأبعاد بين أطرافها للحصول على الدقة المطلوبة في تخطيط اللوحة .

2 مراعاة المسافات الفاصلة بين المسارات .

3 تحديد سمك المسارات حسب شدة التيار .

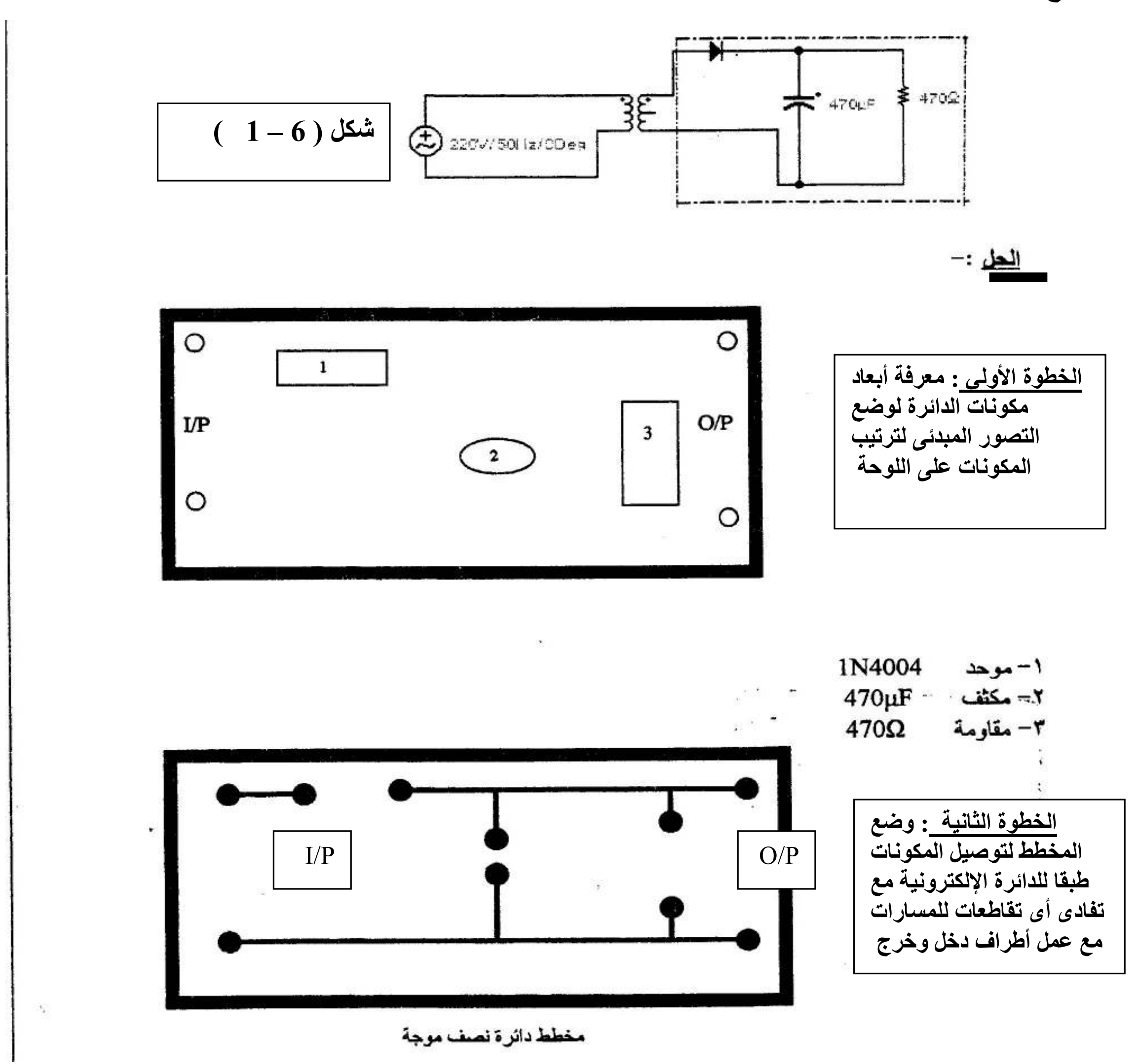
4 مراعاة حجم الوسائد النحاسية حتى تتحمل درجة الحرارة عند لحام أطراف المكونات .

5 ربط العناصر المطلوب توصيلها بالأرضي بمسار رئيسى .

6 مراعاة الدقة في رسم مسارات الدوائر المتكاملة لكثرتها .

7 يفضل وضع الترانزستورات والدوائر المتكاملة بالدائرة المطبوعة بنفس ترتيبها بالدائرة النظرية مما يسهل تتبع الأعطال .

مثال : يراد وضع المخطط (Layout) لدائرة توحيد نصف موجة شكل (6 – 1) مع تحديد أطراف الدخل والخرج .



مخطط دائرة نصف موجة

التمرين الأول

اسم التمرين : تنفيذ طباعة لوحة (برنتيد).

الغرض من التمرين :

1.تدريب الطلاب علي الطريقة اليدوية البسيطة لرسم وطبع لوحة (برنتيد)

الخامات المطلوبة :

1. لوحة خام مقاس 140 * 200 مم .
2. 400 لوحة جم مسحوق كلوريد الحديديك .
3. فرخ كربون .
4. قلم مقاوم للأحماض (دوكو).

العدد والألات اللازمة :

م	العدد والأدوات
1	شنيور مناسب
2	بنطة 1 مم
2	منشار أركت ذو أسنان ناعمة
3	مبرد 6 " ناعم
4	إناء بلاستيك مناسب لمساحة اللوحة
5	قضيب خشبي

خطوات تنفيذ التمرين :

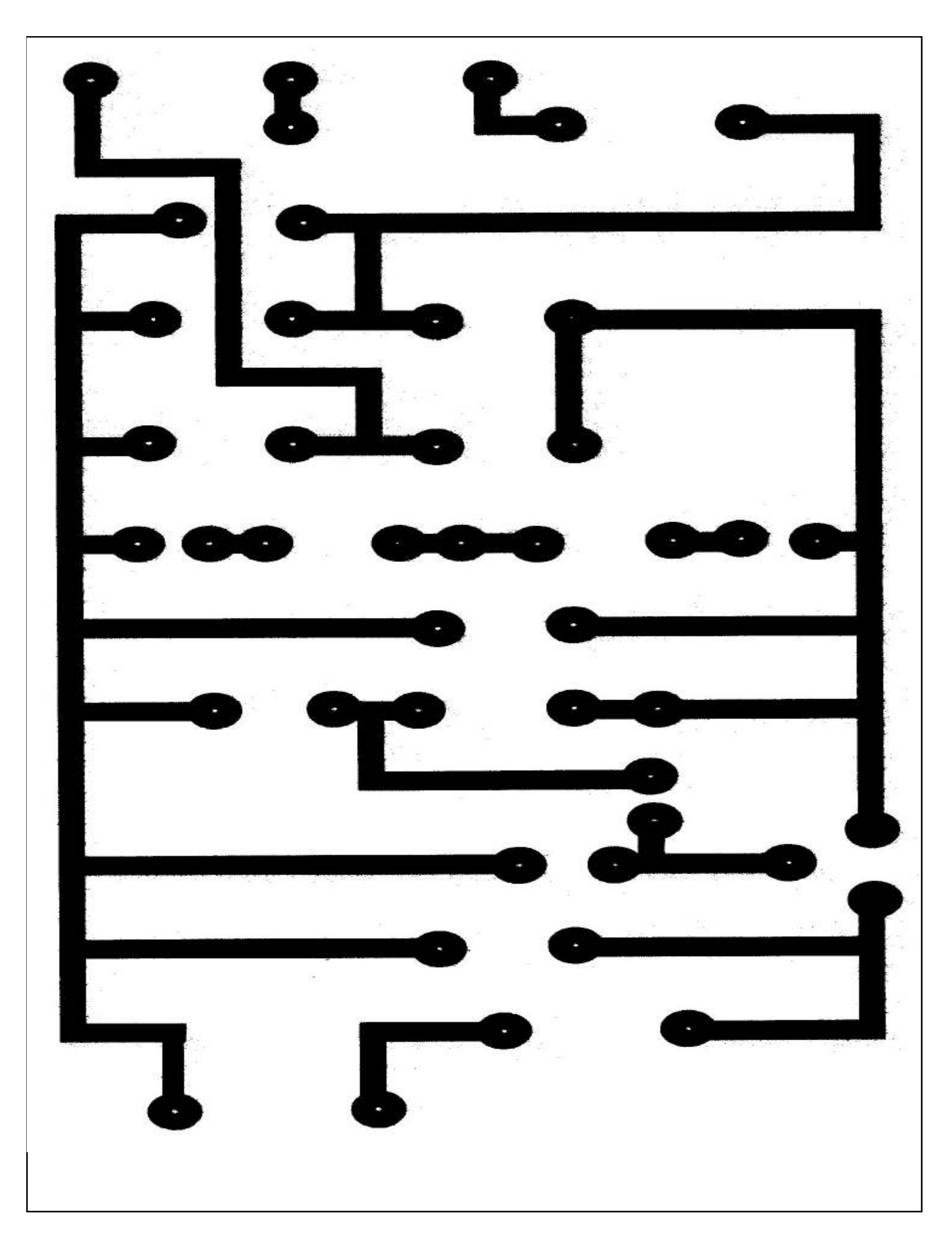
1. يتم رسم مخطط اللوحة شكل (6 – 2) علي ورقة مربعات بالأبعاد الحقيقية .
2. يتم أعداد اللوحة بالأبعاد المناسبة باستخدام منشار ذوأسنان ناعمة (أركت) وتنعيم الأحرف بالمبرد الناعم.
3. ينظف السطح النحاسي بقطعة قطن مبللة بالكحول لإزالة الشحوم وأثار الأصابع والأتربة ثم تجفف جيدا .
4. يتم نقل الرسم من الورقة الي سطح اللوحة النحاسي بالشف بالكربون مع ملاحظة استخدام قلم لون مختلف عن لون خطوط رسم الورقة حتى لايهمل أى خط من خطوط الرسم .
5. يعاد علي المسارات باللوحة المرسومة بالكربون بالقلم الدوكو .
6. يحضر حامض الحفر علي النحاس وذلك بإضافة 400 جرام من مسحوق كلوريد الحديديك إلي نصف لتر من الماء البارد يكون موضوع في اناء بلاستيك ويتم التحريك بقضيب خشبي مع ملاحظة إضافة المسحوق ببطيء

الي الماء حتى لاترتفع درجة حرارة المحلول وكذلك عدم إضافة الماء الي المسحوق لأن ذلك يؤدى الي انتشار حرارة هائلة وإذا حدث ولمست يدك المحلول بدون قصد فاغسل يدك بسرعة بالماء النقي مع المحافظة على الملابس , يحفظ المحلول في أواني بلاستيكية.

7. تتم عملية طباعة اللوحة بوضع قليل من المحلول في وعاء قليل العمق , ثم نضع اللوحة المرسومة في المحلول وننتظر بضع دقائق ويمكن تحريك اللوحة في المحلول من آن لآخر حتى يتم الحفر ثم نسحب اللوحة من المحلول بأداة غير معدنية ويتم غسيل اللوحة بالماء جيدا ونتركها حتى تجف وسوف نجد أن الخطوط المرسومة بالقلم الدكو باقية والأجزاء النحاسية الأخري قد تم ازالتها بواسطة المحلول
8. تثقب أماكن تركيب المكونات بشنيورصغيرالحجم وبنطة 1 مم بعد ذلك تصبح اللوحة جاهزة للاستخدام .
9. اللوحة التي تم تنفيذها سوف تستخدم في تمارين دوائر التوحيد ومضاعف وتنظيم الجهد المقررة

ملحوظة: يباع كلوريد الحديديك بالقرب من محلات الزنكوغراف كما يباع المحلول معد في بعض محلات بيع قطع غيار الأجهزة الإلكترونية .

10.



شكل (6 – 2) يبين مسارات اللوحة المطبوعة

6-2 تنفيذ تمرينات لحام بالكاوية :

التمرين الثاني

اسم التمرين : اللحام بالقصدير

الغرض من التمرين :

1- تدريب الطلاب علي اكتساب المهارات اليدوية في عملية اللحام بالقصدير .

2- تدريب الطلاب علي اكتساب المهارات في استخدام معدات اللحام والحصول علي لحام جيد .

الخامات المطلوبة :

1. سلك نحاس مفرد 1 مم2 بطول 50 سم .
2. قصدير محشو قلفونية (2 جم).
3. مساعد لحام (فلكس أو قلفونية) علبة حجم صغيرللجميع

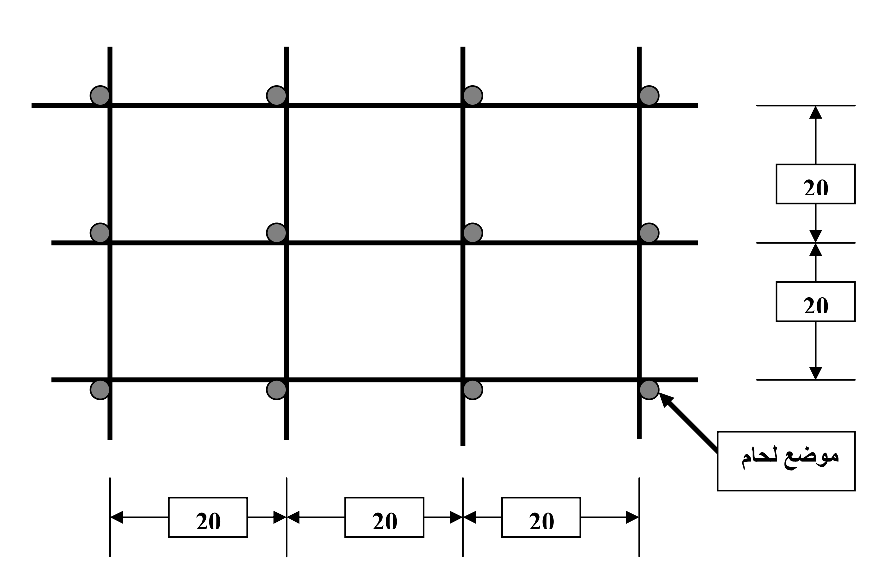
العدد والآلات اللازمة :

م	العدد والأدوات
1	قصافة بيد معزولة
2	قشارة أسلاك
3	كاوية لحام مناسبة
4	زرا دية ببوز ملفوف
5	زرا دية بيد معزولة
6	آفوميتر

خطوات تنفيذ التمرين :

1. يقشر العازل من على السلك .
2. يقطع السلك 4 أجزاء بطول 50 مم و3 أجزاء بطول 70 مم .
3. ترتب الأجزاء مع بعضها كما بالشكل (6 – 3) مع ضبط الأبعاد البينية .
4. تلحم نقط التقاطع بين الأسلاك وللحصول علي لحام جيديتم تنظيف أماكن اللحام جيدا مع استخدام مساعد اللحام (فلكس أو قلفونية) .

5. تنظيف طرف كاوية اللحام وتبيضها بالقصدير ثم ضع جزء من القصدير علي طرف كاوية اللحام ثم ضعها علي مكان اللحام حتى ترتفع درجة حرارة الموصلات للدرجة التي تعمل مع الكاوية علي صهر القصدير ليملئ الفراغ في مكان اللحام ويصير لامع في هذه الحالة نرفع الكاوية مع المحافظة على تثبيت الأسلاك معا بالزرادية حتى يجف القصدير.
6. تكرر الخطوة السابقة في الأماكن الموضحة بالرسم .



شكل (6 – 3) تكوين شبكة من السلك باللحام بالقصدير
الأبعاد بالمليمترات

التمرين الثالث

3-6 تنفيذ تمارين توصيل مقاومات ومكثفات (توازى - توالى – تضاعف)

اسم التمرين : **توصيل المقاومات**

الغرض من التمرين :

1-تدريب الطلاب علي اكتساب المهارات اليدوية في توصيل ولحام المقاومات باللوحة المطبوعة المثقبة المعدة مسبقا (التى تباع لتنفيذ الدوائر البسيطة) .

2-تدريب الطلاب علي حساب قيمة المقاومات باستخدام شفرة الألوان والقياس .

الخامات المطلوبة :

1. قطعة لوحة مطبوعة (برنتيد) بأبعاد مناسبة من النوع الذي يصلح لأي دائرة .
2. عدد(4) مقاومات ألوان قيم مختلفة قدرة صغيرة .
3. عدد (3) مكثفات كيميائية (4,6,10 µF)
4. سلك نحاس معزول مفرد 0.5 مم2(20 سم)
5. قصدير محشو قلفونية (2 جم).
6. مساعد لحام (فلكس أو قلفونية) علبة حجم صغيرللجميع

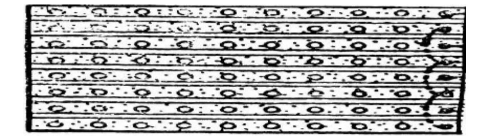
العدد والآلات اللازمة :

م	العدد والأدوات
1	قصافة بيد معزولة
2	قشارة أسلاك
3	كاوية لحام مناسبة
4	زرادية ببوز ملفوف
5	زرادية مبططة بيد معزولة
6	جفت مناسب

خطوات تنفيذ التمرين :

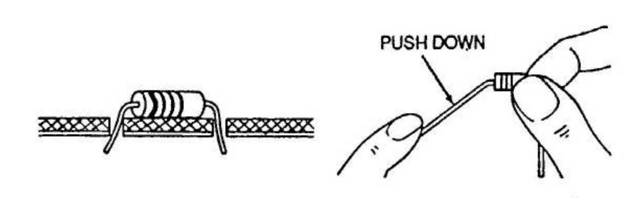
1. بداية وبما أن المقاومات سوف تلحم على اللوحة المطبوعة سابقة التجهيز شكل (6 – 4) وعلى شرط نحاسي

متصل لذلك لابد عمل قطع للشرط النحاسي تحت كل مقاومة حتى لاتكون المقاومة مقصورة على نفسها يتم لحام المقاومات بالطريقة التالية :



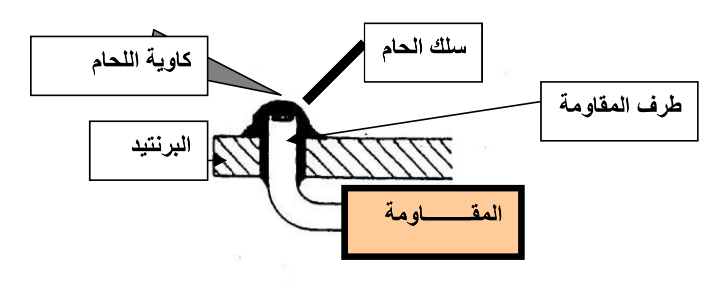
شكل (6 – 4) لوحة مطبوعة تباع سابقة التجهيز

2. تكسح أطراف المقاومات وتوضع في أماكنها على اللوحة كما بالشكل .(6 – 5)



شكل .(6 – 5)

3. اقلب اللوحة وضع طرف كاوية اللحام بعد تسخينها علي نهاية طرف المقاومة وطبقة النحاس بالبرنتيد وضع قصدير اللحام (سلك اللحام) حتى ينصهر القصدير ويتخلل حول طرف المقاومة والنحاس الملاصق له
4. ثم ارفع الكاوية ولاتحرك المقاومة حتى يبرد اللحام شكل (6 – 6).
5. اقطع طرف المقاومة الزائد بالقصافة الجانبية .



شكل .(6 – 6)

6. تكرر الخطوة السابقة مع باقي المقاومات .
7. يتم توصيل مقاومتين على التوازي واثنين على التوالي مع استخدام قطع من السلك لعمل الوصلات اللازمة والموضحة بالشكل(6- 6) ونحسب قيمة كل مجموعة باستخدام بشفرة الألوان والقياس بالطريقة المباشرة بالأوميتر والغير مباشرة بجهازي الفولتميتر والأميتر ومنبع تيار مستمر ونقارن القراءات .
8. نوصل المجموعتان التوازى والتوالى معا ونحسب المقاومة الكلية .
9. ترفع المقاومات وتستبدلها بثلاث مكثفات توصل معا كما بالشكل (6- 7) ونحسب قيمة السعة الكلية للمجموعة

بعد هذا التمرين تكون المهارات المكتسبة هي لحام المقاومات والمكثفات باللوحة المطبوعة وحساب المقاومة الكلية للدائرة في حالتي لتوصيل علي التوازى والتوالى باستخدام شفرة الألوان والقياس المباشر وغير المباشر وكذا المكثفات بالقياس بجهاز الآفوميتر

توصيل المقاومات

قطع بالبرنتيد

A V R1 R2

توصيل على التوازى

سلك توصيل

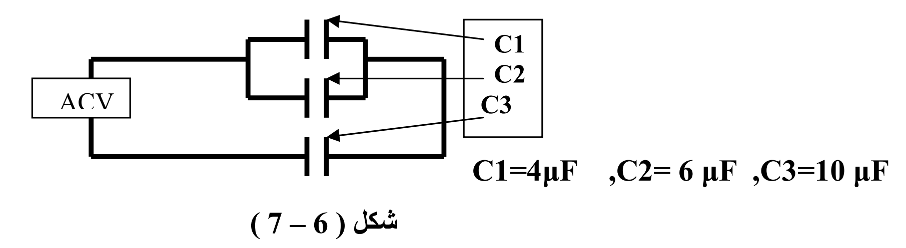
A V R3. R4.

توصيل على التوالى

A V R1 R2 R3. R4.

توصيل مركب

شكل .(6 – 6) دائرة توصيل مقاومات توالى , توازى , مركب



شكل (6 – 7)

6 - 4: تنفيذ تمارين دوائر توحيد التيار المتردد ومضاعف ومثبت الجهد :-

1- التدريب على تنفيذ دائرة توحيد نصف موجة.

2- التدريب على تنفيذ دائرة توحيد موجة كاملة (2 موحد) .

3- التدريب على تنفيذ دائرة توحيد موجة كاملة (4 موحد) القنطرة.

4- التعرف على شكل الموجات الكهربية قبل وبعد دوائرة التوحيد (نصف موجة – موجه كاملة).

5- التدريب على تنفيذ دائرة مضاعف.

6- التدريب على تنفيذ دائرة مثبت الجهد بالترانزستور والزينر دايود.

7- التدريب على تنفيذ دائرة منظم جهد بالدائرة المتكاملة .

8- **1-4-6** دائرة توحيد نصف موجة :

كثيراً من الاستخدامات الصناعية تحتاج إلى تيار مستمر لتشغيلها مثل طلاء المعادن – التحليل الكهربي - تنقية المعادن – شحن البطاريات – الدوائر الإلكترونية ..... الخ ,ويمكن الحصول على التيار المستمر اللازم لهذه الأغراض السابقة عن طريق مولدات التيار المستمر ، أو من البطاريات أو عن طريق تحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر و يتم ذلك بعدة طرق أكثرها إنتشاراً استخدام الثنائيات (الدايود) وهى ماسوف نتدرب علية فى التمارين التالية .

التمرين الرابع

اسم التمرين : تنفيذ دائرة توحيد نصف موجة

الغرض من التمرين :

1 التدريب على تنفيذ دائرة توحيد نصف موجة

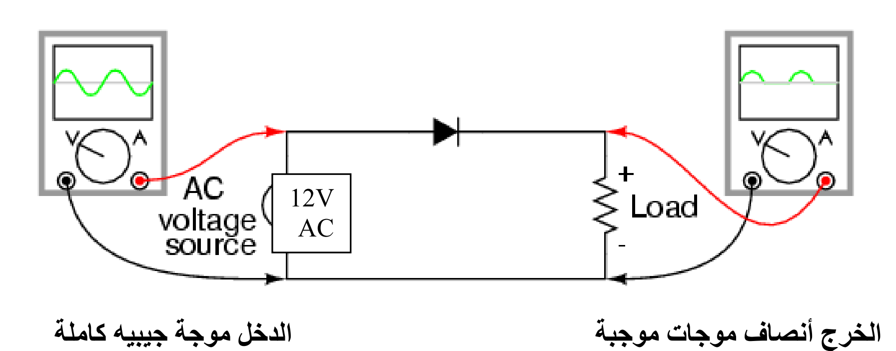
2 التعرف على شكل الموجات الكهربية قبل وبعد دائرة التوحيد

الخامات المستخدمة والعدد والأدوات المطلوبة :

م	اسم الصنف	الوحدة	الكمية	العدد والأدوات
1	محول كهربيV 12- 0 /220	عدد	1	جهاز أفوميتر
2	اللوحة المطبوعة الخاصة بالتمرين الأول	"	1	كاوية لحام قدرة مناسبة
3	سليكون دايود	"	1	قصافة بيد معزولة
4	أسلاك توصيل (لعمل الكباري)	م	15 سم	جهاز الاوسيلوسكوب
5	قصدير لحام نوع جيد	جم	2	زرادية ببوز ملفوف
6	فلكس (مساعد لحام)	علبة	1	مصدر كهربي معد
	علبة واحدة للجميع			

شكل (6- 8) يبين دائرة توحيد نصف موجة ، تستخدم دايود واحد وهو يسمح بمرورالتيارفى الحمل خلال نصف الموجة الموجبة (يكون الدايود في حالة انحياز أمامي) ولا يسمح بمروره في نصف الموجة السالبة (يكون الدايود في حالة انحياز عكسي) ، ويكون التيار الناتج عبارة عن أنصاف موجات موجبة (أعلى الخط) يفصل بينها نصف دورة .

ملحوظة : تستخدم الخامات (المكونات الإلكترونية) المنصرفة للتمرين الأول للتمرين الثانى وهكذا لباقي التمارين.



الدخل موجة جيبيه كاملة **الخرج أنصاف موجات موجبة**

شكل (6- 8) يبين دائرة توحيد نصف موجة

ملاحظة: موجة الخرج المبينة بدون وضع مكثف تنعيم .

طريقة تنفيذ التمرين :

اللوحة المطبوعة التى سيتم استخدامها هي اللوحة التى تم تنفيذها في التمرين الأول السابق فقد صممت لتصلح لعمل جميع تمارين دوائر توحيد التيار المتردد شكل (6- 8) , وتتبع الخطوات التالية في وضع المكونات ولحامها :

1- قم بلحام طرفي قاعدة المنصهر F1 في المكان المخصص له بالدائرة وهو في دائرة التيار المتردد .

1- قم بلحام طرفي الثنائي (الدايود) D1 .

2- قم بلحام طرفي الوصلة السلكية (الكوبري wire bridge) J 1 . وتسمى أيضا (J) Junction .

3- قم بلحام طرفي الوصلة السلكية (الكوبري wire bridge) J 2 .

4- قم بلحام طرفي الوصلة السلكية (الكوبري wire bridge) J 3 .

5- قم بلحام طرفي قاعدة المنصهر F2 وهو في دائرة الخرج .

6- وصل طرفي الملف الثانوى للمحول 12 / 220 فولت أى خرج الملف الثانوى 12 فولت .

7- قم بقياس جهد الدخل بواسطة جهاز الفولتميتر أو الآفوميتر في وضع قياس الجهد (V) تيار متردد ، مع ضبط التدريج المناسب .

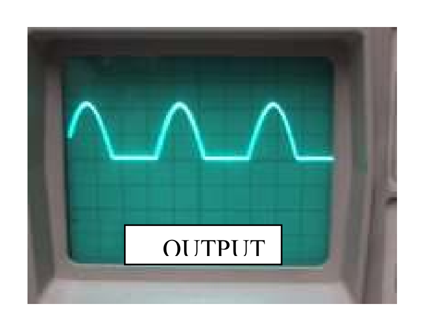
8- قم بقياس جهد الخرج بواسطة جهاز الفولتميتر أو الآفوميتر في وضع قياس الجهد (V) تيار مستمر ، مع ضبط التدريج المناسب .

9- أعد قياس كل من الدخل والخرج بواسطة راسم الإشارة (الأوسيلوسكوب) .

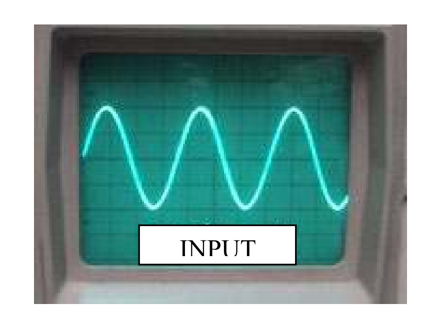
10-قم بلحام طرفي المكثف الكيميائي C1 (مع مراعاة القطبية).

11- كرر خطوات القياس 7 ، 8 ، 9 بعد وضع المكثف.

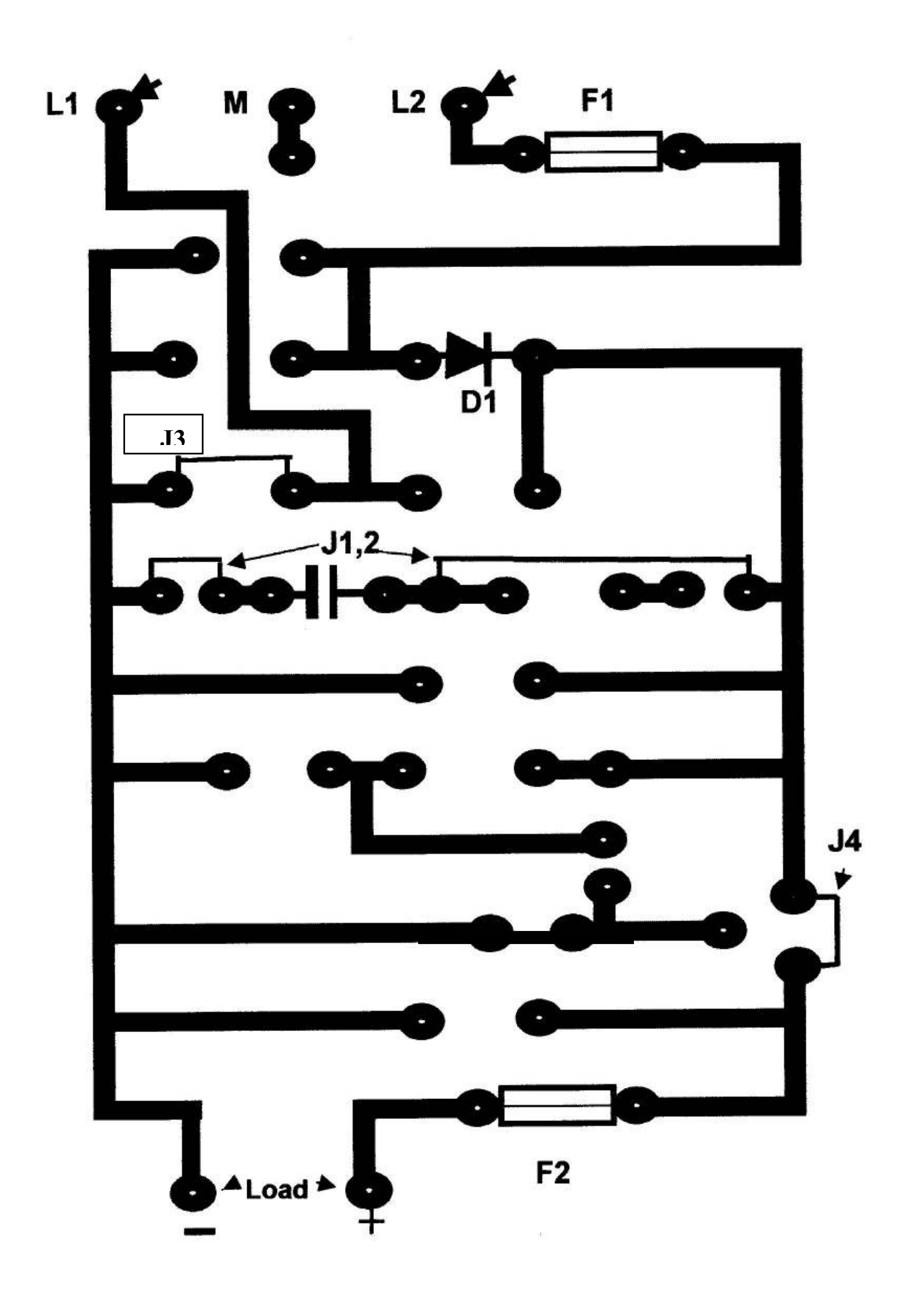
12-دون ملاحظاتك عن شكل موجات وقيم قياس الجهد .



شكل موجة الخرج DC قبل وضع المكثف C1



شكل موجة الدخل AC



شكل (6- 8) اللوحة المطبوعة بعد لحام مكونات دائرة توحيد نصف موجة

التمرين الخامس

2-4-6 دائرة توحيد موجة كاملة باستخدام عدد **2** دايود :

اسم التمرين : تنفيذ دائرة توحيد موجة كاملة باستخدام عدد 2 دايود .

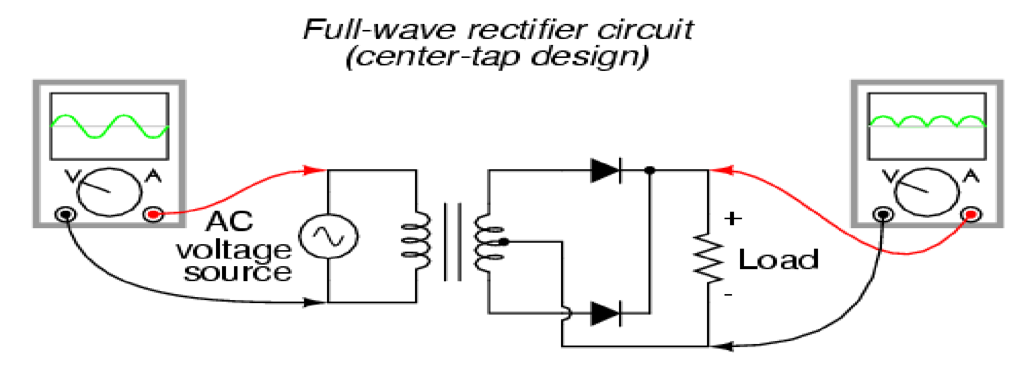
الغرض من التمرين :

1- التدريب على دراسة دائرة التوحيد موجة كاملة باستخدام عدد 2 سليكون دايود وتنفيذها على الدائرة المطبوعة.
2- التعرف على شكل الموجات الكهربية الداخلة إلى دائرة التوحيد وكذلك شكل الموجات الخارجة منها .
3- التدريب على توصيل المحول ذو نقطة المنتصف للملف الثانوى .

الخامات المستخدمة والعدد والأدوات المطلوبة : (التدريب الثاني)

م	اسم الصنف	الوحدة	الكمية	العدد والأدوات
1	محول كهربي V 12 -0 -220/12	عدد	1	نفس العدد والأدوات المستخدمة بالتمرين السابق
2	اللوحة المطبوعة الخاصة بالتمرين الثالث	"	1	
3	سليكون دايود	"	1	
4	أسلاك توصيل (لعمل الكبارى)	م	15 سم	
5	قصدير لحام نوع جيد	جم	2	
6	فلكس (مساعد لحام) علبة واحدة للجميع	علبة	1	

شكل (6- 9) يبين دائرة توحيد موجة كاملة ، تستخدم عدد 2 دايود ، إحداهما يسمح بمرور التيار الكهربي في الحمل خلال نصف الموجة الموجبة (يكون هذا الدايود في حالة انحياز أمامي ، والثاني في حالة انحياز عكسي) ، وفي النصف السالب من الموجة يسمح الدايود الثاني بمروره التيارالكهربى في الحمل (يكون هذا الدايود في حالة انحياز أمامي ، والأول في حالة انحياز عكسي) ، التيار الناتج عبارة عن أنصاف موجات موجبة (أعلى الخط) متصلة .



الدخل موجة جيبية كاملة **الخرج أنصاف موجات موجبة متصلة**

شكل (6- 9) يبين دائرة توحيد موجة كاملة باستخدام عدد 2 دايود

طريقة تنفيذ التمرين :

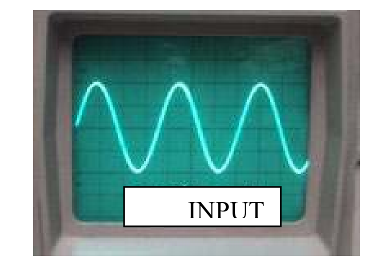
أولاً : لوحة التوصيل المطبوعة (البرينتد) :

شكل (6- 10) نفس الدائرة المطبوعة التى قمت بتنفيذها في التمرين السابق مع اختلاف بعض المكونات .

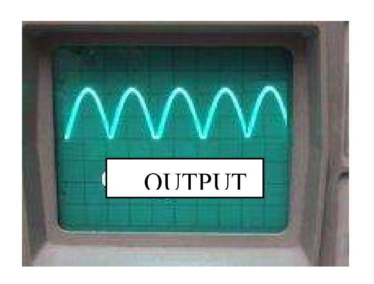
ثانياً خطوات وضع المكونات ولحامها:

(اتبع خطوات تنفيذ نقط اللحام الجيد كما تعلمت من تمارين سابقة) .

1- قم بلحام طرفي الثنائي (الدايود) D2 علما بأن الدايود D1 .موجود على اللوحة من التمرين السابق
2- قم بلحام طرفي الوصلة السلكية (الكوبري wire bridge) J1 وهى من نقطة المنتصف للمحول الى خط السالب للدائرة .
3- قم بلحام طرف الوصلة السلكية (الكوبري wire bridge) J2 .
4- قم بلحام طرفي قاعدة المنصهر F2 .
5- وصل أطراف الملف الثانوى الثلاثة للمحول 12 , 0 , 12 / 220 فولت .
6- قم بفك طرف الوصلة السلكية (الكوبري wire bridge) J3 .
7- قم بقياس جهد الدخل بواسطة جهاز الفولتميتر أو الآفوميتر في وضع قياس الجهد (V) تيار متردد ، مع ضبط التدريج المناسب .
8- قم بقياس جهد الخرج بواسطة جهاز الفولتميتر أو الآفوميتر في وضع قياس الجهد (V) تيار مستمر ، مع ضبط الجهاز على التدريج المناسب .
9- أعد قياس كل من الدخل والخرج بواسطة راسم الإشارة (الأوسيلوسكوب) .
10- قم بتوصيل طرف الوصلة السلكية (الكوبري wire bridge) J3 .
11- كرر خطوات القياس 7 ، 8 ، 9 .
12- دون ملاحظاتك عن شكل موجات وقيم قياس الجهد .

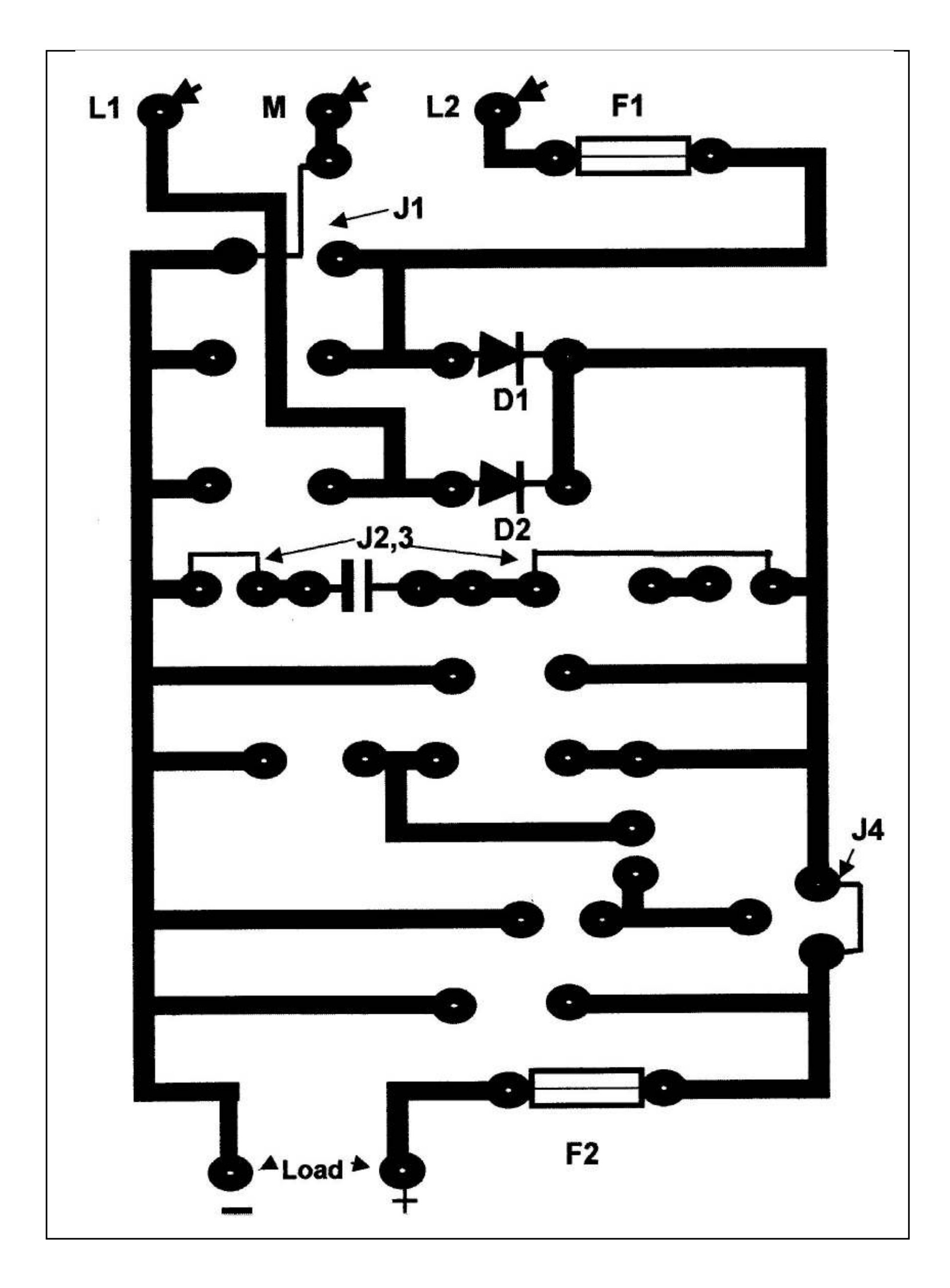


شكل موجة الدخل AC



شكل موجة الخرج DC

قبل وضع المكثف C1



شكل (6- 10) يبين الدائرة المطبوعة لدائرة توحيد موجة كاملة بعدد 2 دايود

التمرين السادس

6-4-3 دائرة توحيد موجة كاملة باستخدام عدد **4** دايود أو قنطرة التوحيد :

اسم التمرين : تنفيذ دائرة توحيد موجة كاملة باستخدام عدد 4 دايود .

الغرض من التمرين :

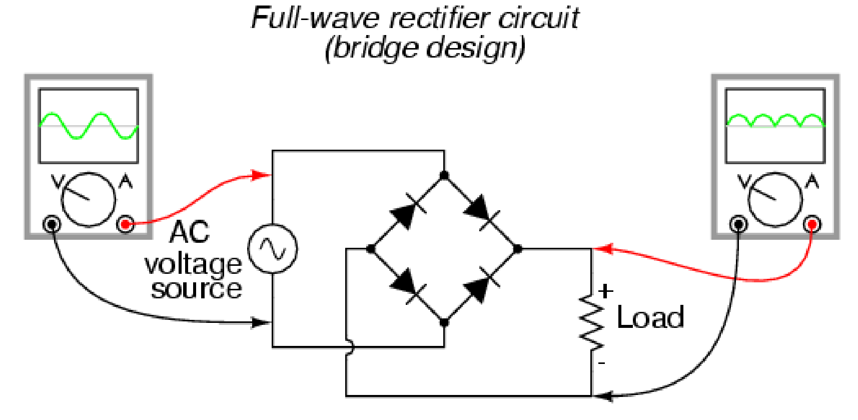
1- تدريب الطلاب علي تنفيذ دائرة توحيد موجة كاملة باستخدام عدد 4 دايود (القنطرة) .

2- التعرف على شكل الموجات الكهربية الداخلة إلى دائرة التوحيد موجة كاملة ، وكذلك شكل الموجات الخارجة منها .

الخامات المستخدمة والعدد والأدوات المطلوبة : (التدريب الثالث)

م	اسم الصنف	الوحدة	الكمية	العدد والأدوات
1	محول كهربي V 12- 0 /220	عدد	1	نفس العدد والأدوات المستخدمة بالتمرين السابق
2	اللوحة المطبوعة الخاصة بالتمرين الرابع	"	1	
3	سليكون دايود	"	2	
4	أسلاك توصيل (لعمل الكباري)	م	15 سم	
5	قصدير لحام نوع جيد	جم	2	
6	فلكس (مساعد لحام)	علبة	1	
	علبة واحدة للجميع			

شكل (6- 11) يبين دائرة توحيد موجة كاملة ، تستخدم عدد 4 دايود ، D1 , D3 يسمحان بمرور التيار الكهربي في الحمل خلال نصف الموجة الموجبة (يكون D1 , D3 في حالة انحياز أمامي ، D2 , D4 في حالة انحياز عكسي) ، وفي النصف السالب من الموجة يسمح D2 , D4 بمروره التيارالكهربى في الحمل (يكون D2 , D4 في حالة انحياز أمامي D1 , D3 في حالة انحياز عكسي) ، التيار الناتج عبارة عن أنصاف موجات موجبة (أعلى الخط) متصلة .



ذذذذذ

الخرج أنصاف موجات موجبة متصلة **الدخل موجة جيبيه كاملة**

شكل (6- 11) يبين دائرة توحيد موجة كاملة باستخدام عدد 4 دايود (القنطرة)

طريقة تنفيذ التمرين :

(اتبع خطوات تنفيذ نقط اللحام الجيد كما تعلمت من تمارين سابقة) واستخدم الدائرة نفس الدائرة المطبوعة التى قمت بتنفيذها في التمرين السابق وعليها الموحدان D1 , D2 والمكثف والمنصهران F1, F2 شكل (6- 12).

1- قم بلحام طرفي ثنائيي (الدايود) D3 , D4 .

2- وصل أطراف الملف الثانوى للمحول 12V - 0 / 220 .

3- قم بفك طرف الوصلة السلكية (الكوبري wire bridge) J3 .

4- قم بقياس جهد الدخل بواسطة جهاز الفولتميتر أو الآفوميتر في وضع قياس الجهد (V) تيار متردد ، مع ضبط التدريج المناسب .

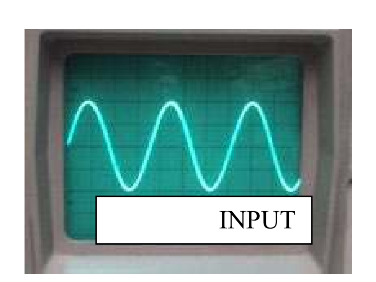
5- قم بقياس جهد الخرج بواسطة جهاز الفولتميتر أو الآفوميتر في وضع قياس الجهد (V) تيار مستمر ، مع ضبط التدريج المناسب .

6- أعد قياس كل من الدخل والخرج بواسطة راسم الإشارة (الأوسيلوسكوب) .

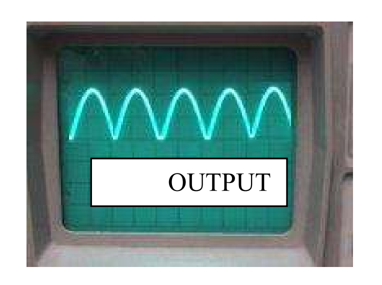
1-قم بتوصيل طرف الوصلة السلكية (الكوبري wire bridge) J3 .

7- كرر خطوات القياس 7 ، 8 ، 9 .

8- دون ملاحظاتك عن شكل موجات وقيم قياس الجهد .

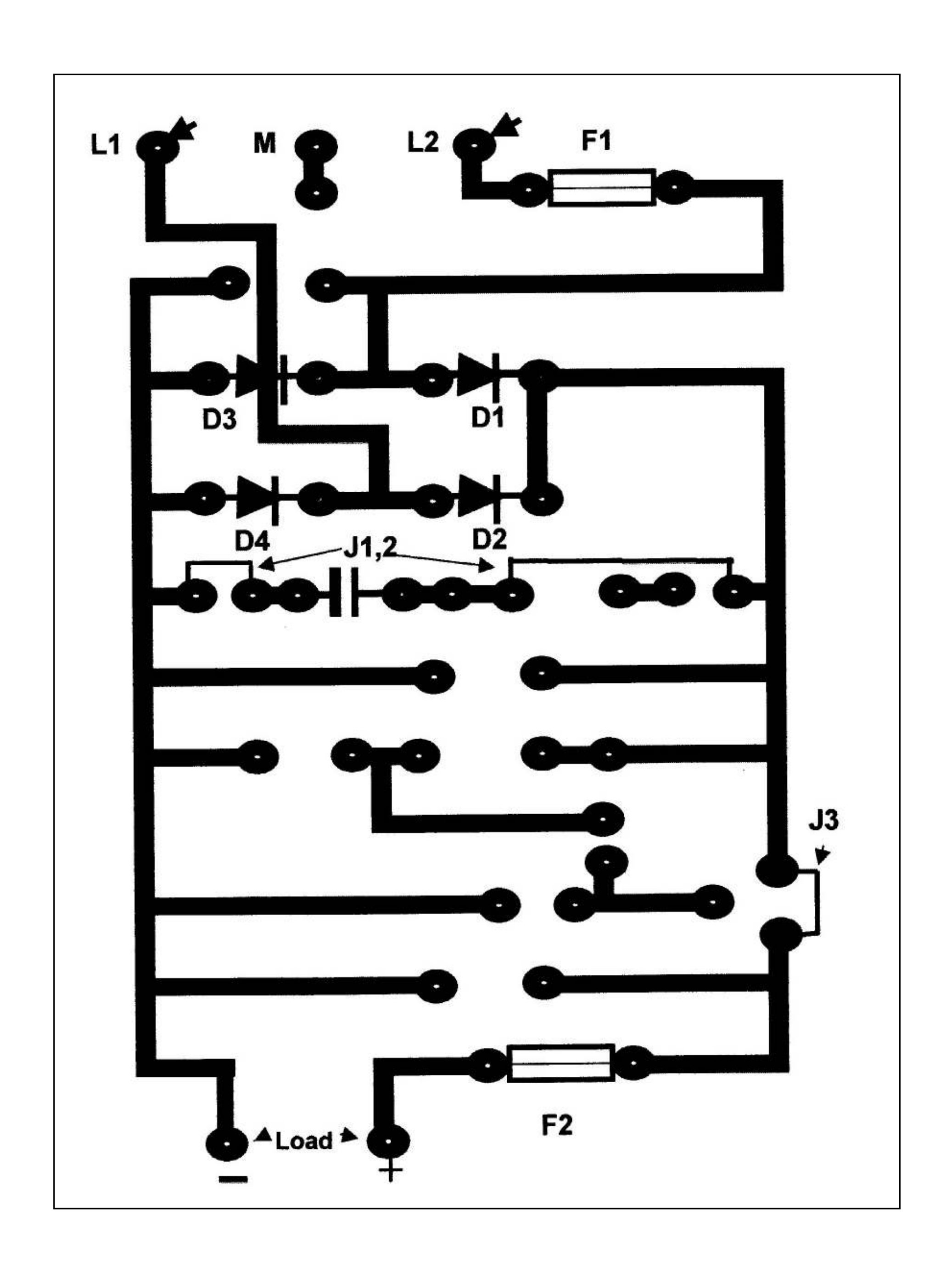


شكل موجة الدخل AC



شكل موجة الخرج DC

قبل توصيل المكثف C1



شكل (6- 12) يبين دائرة توحيد موجة كاملة ، تستخدم عدد 4 دايود

6-4-4- دائرة مضاعف جهد :

التمرين السابع

اسم التمرين :

تنفيذ دائرة مضاعف جهد .

الغرض من التمرين :

1- تدريب الطلاب علي تنفيذ دائرة مضاعف الجهد .

الخامات المستخدمة والعدد والأدوات المطلوبة : (التدريب الرابع)

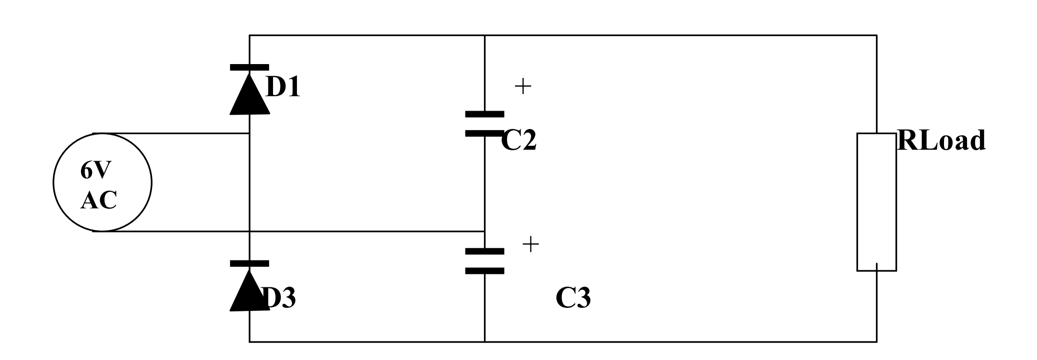
م	اسم الصنف	الوحدة	الكمية	العدد والأدوات
1	محول كهربي 220/ 0 -12 V	عدد	1	نفس العدد والأدوات المستخدمة بالتمرين السابق
2	اللوحة المطبوعة الخاصة بالتمرين الخامس	"	1	
3	مكثف كحيائي 470μF / 25V	"	2	
4	أسلاك توصيل (لعمل الكبارى)	م	15 سم	
5	قصدير لحام نوع جيد	جم	2	
6	فلكس (مساعد لحام) علبة واحدة للجميع	علبة	1	

دائرة مضاعف الجهد

الدائرة تستخدم للحصول علي جهد ضعف جهد المنبع .

طريقة عمل الدائرة

في البداية يشحن المكثف C2 بمقدار النهاية العظمى للجهد Vm في النصف الموجب للموجة , وفى النصف السالب للموجة يشحن المكثف C3 بنفس المقدار . وحيث أن المكثفين C2,C3 موصلين على التوالى فإن الجهد الخارج إلى الحمل يكون مجموع الجهدين على المكثفين C2,C3 أى يساوى (2Vmax.).والشكل (6- 13) يبين الدائرة النظرية .



الشكل (6- 13) دائرة مضاعف جهد

طريقة تنفيذ التمرين :

(اتبع خطوات تنفيذ نقط اللحام الجيد كما تعلمت من تمارين سابقة) واستخدم نفس الدائرة المطبوعة التى قمت بتنفيذها في التمرين السابق بما عليها من مكونات). الشكل (6- 14)

1- قم بلحام المكثفين C2,C3 مكان (الدايود) D3 , D4 .

2- وصل أطراف الملف الثانوى للمحول 12V - 0 / 220 .

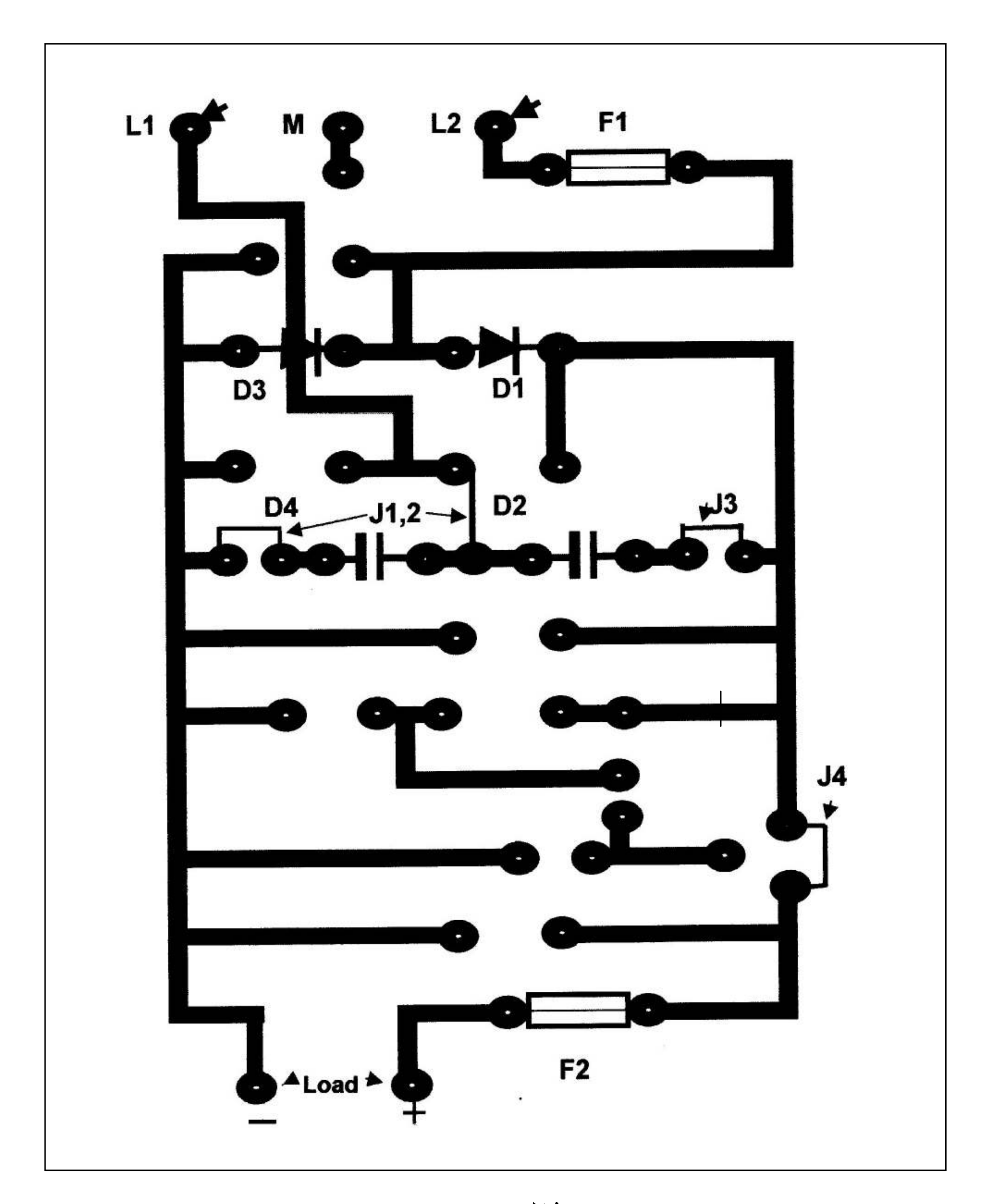
3- قم بتوصيل أطراف الوصلات السلكية (الكوبرى wire bridge) الموضحة علي اللوحة المطبوعة شكل

(6- 14).

4- قم بقياس جهد الدخل بواسطة جهاز الفولتميتر أو الآفوميتر في وضع قياس الجهد (V) تيار متردد ، مع ضبط التدريج المناسب .

5- قم بقياس جهد الخرج بواسطة جهاز الفولتميتر أو الآفوميتر في وضع قياس الجهد (V) تيار مستمر ، مع ضبط التدريج المناسب .

6- دون ملاحظاتك عن قياس قيم الجهد قبل وبعد دائرة مضاعف الجهد .



شكل (6- 14)

5-4-6 دائرة مثبت جهد بالترانزستور والزينر :

التمرين الثامن

اسم التمرين :

تنفيذ دائرة مثبت جهد بالترانزستور والزينر.

الغرض من التمرين :

1- معرفة دور الزينر في تثبيت الجهد . حيث أن جهد انهيار الزينر ثابت وهو الموجود على قاعدة الترانزستور مما يجعل الخرج ثابت ز

2- توصيل الزينر في الانحياز العكسي له (عكس توصيل الدايود العادى) .

الخامات والعدد والأدوات المستخدمة :

م	اسم الصنف	الوحدة	الكمية	العدد والأدوات
1	محول كهربي 12V -0 /220	عدد	1	
2	اللوحة المطبوعة الخاصة بالتمارين	"	1	
3	سليكون دايود	"	4	
4	زينر دايود 5.6V	"	1	
5	ترانزستور رقم BD241	"	1	
6	مكثف 1000 µF 25V	"	1	نفس العدد والأدوات المستخدمة
	مكثف470 nF	"	1	بالتمرين السابق
	مقاومة كربونية 1KΩ 0.5W	"	1	
	أسلاك توصيل (لعمل الكبارى)	م	15 سم	
	قصدير لحام نوع جيد	جم	2	
	فلكس (مساعد لحام)	علبة	1	
	علبة واحدة للجميع			

طريقة تنفيذ التمرين :

يمكنك إجراء بعض التعديلات على التمرين السابق (دائرة توحيد الموجة كاملة) علي أن يكون دخل الدائرة باتباع الخطوات الآتية :-

1- **بفصل ولحام** أطراف الوصلات السلكية (الكوبري wire bridge الموضحة علي اللوحة المطبوعة ولحام الترانزستور والمقاومة والزينر حسب الدائرة الموضحة بالشكل (6 – 15 أ)

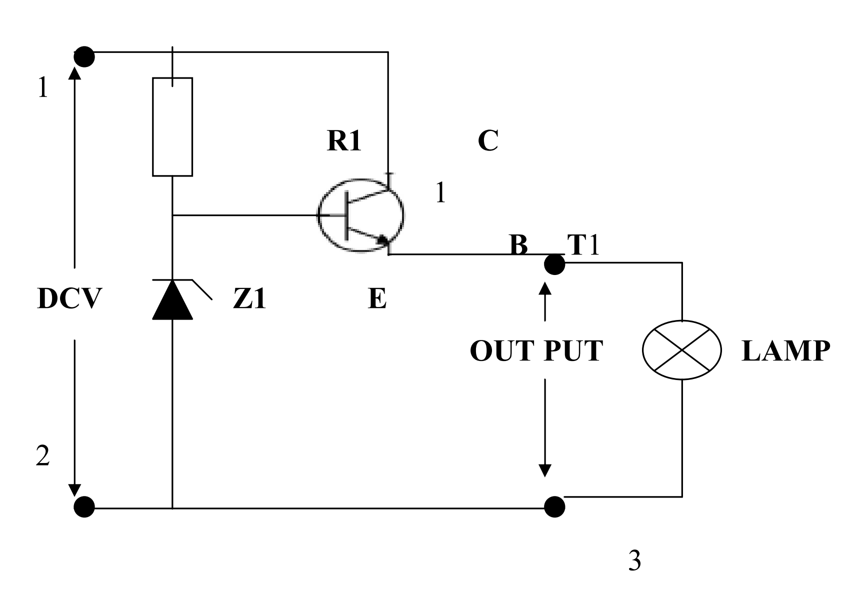
2- قم بلحام المقاومة R1 .

3- قم بلحام الزينر Z1 (أحرص في عملية اللحام أن زمن تلامس الكاوية مع طرفي الزينر لاتتعدى بضعة ثوان)

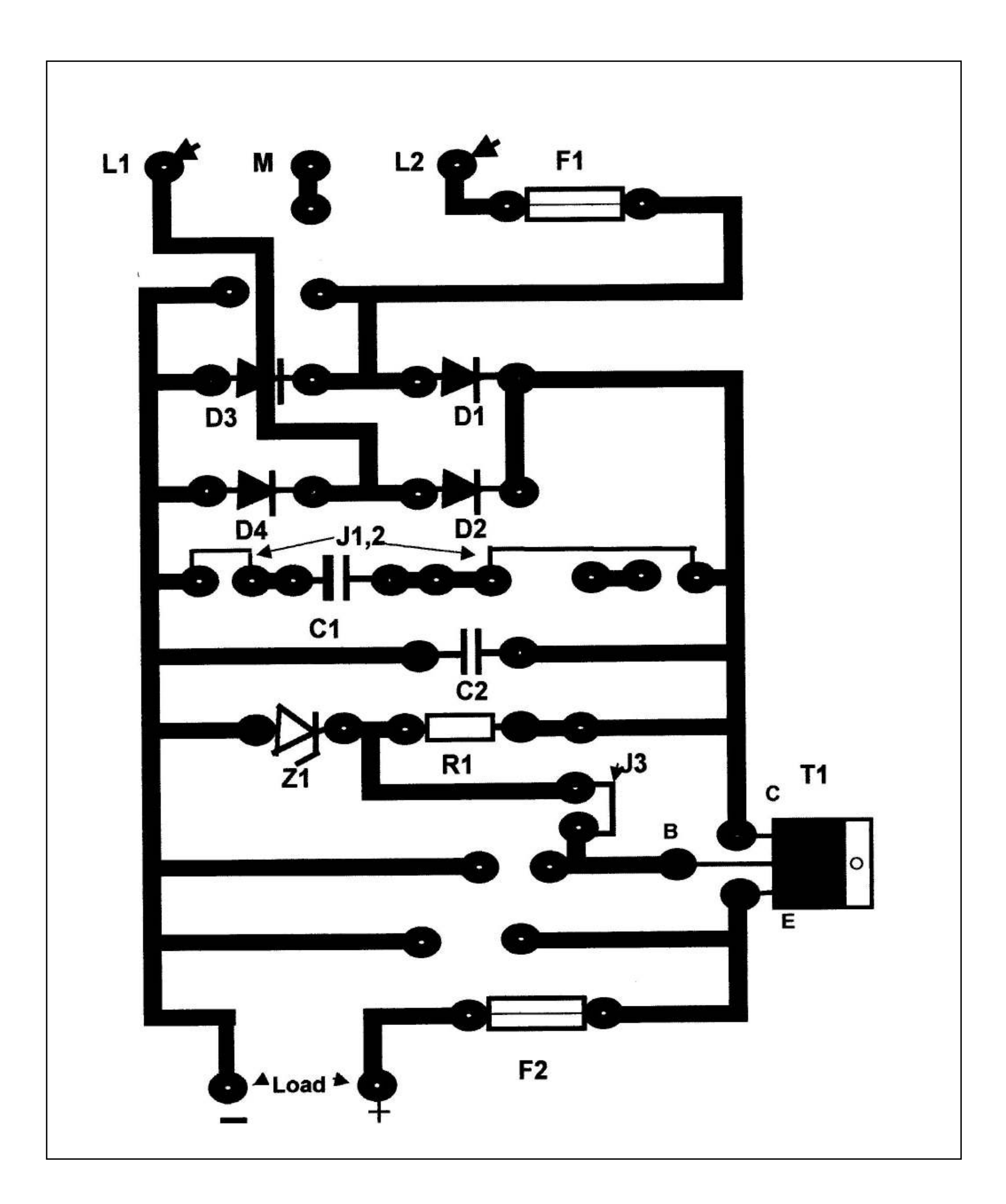
4- قم بلحام أطراف الترانزستور مع مراعاة القطبية السليمة كما بالرسم شكل (6 – 15 ب) .

5- لابد من تركيب حمل وليكن لمبة 6 أو 12 فولت .

6- قم بقياس الجهد علي أطراف الدخل (1 , 2) وأيضا علي أطراف الحمل (2 , 3) كما في التمارين السابقة .



شكل (6 – 15 أ) دائرة مثبت جهد بالترانزستور والزينر



شكل (6 – 15 ب) مثبت جهد بالترانزستور والزينر

6-4-6 دائرة مثبت جهد بالدائرة المتكاملة :

التمرين التاسع

اسم التمرين :

تنفيذ دائرة مثبت جهد بالدائرة المتكاملة .

الغرض من التمرين :

1- التدريب على استخدام الدوائر المتكاملة في تثبيت جهد التيار المستمر .

2- التدريب على معرفة طرف الدخل وطرف الخرج والطرف السالب للمتكاملة .

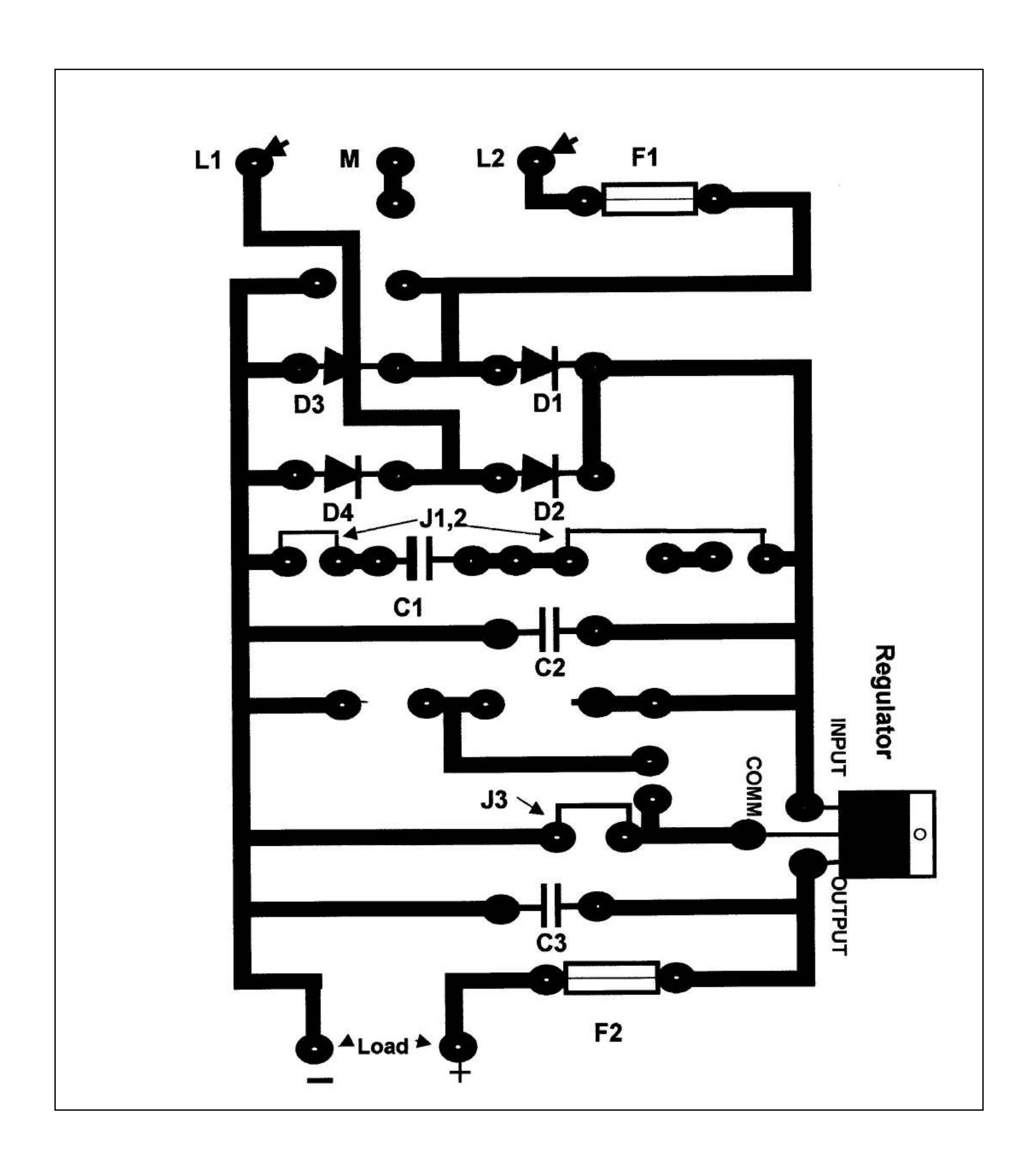
العدد والأدوات المستخدمة :

م	اسم الصنف	الوحدة	الكمية	العدد والأدوات
1	محول كهربي V 12- 0 /220	عدد	1	نفس العدد والأدوات المستخدمة بالتمرين السابق
2	دائرة متكاملة IC رقم 7812	"	1	
3	اللوحة المطبوعة الخاصة بالتمارين	"	1	
4	سليكون دايود	"	4	
5	مكثف470 nF	"	2	
6	أسلاك توصيل (لعمل الكبارى)	م	15 سم	
	قصدير لحام نوع جيد	جم	2	
	فلكس (مساعد لحام)	علبة	1	
	علبة واحدة للجميع			

طريقة تنفيذ التمرين :

1. **فصل ولحام** أطراف الوصلات السلكية (الكوبرى wire bridge الموضحة علي اللوحة المطبوعة شكل (6 – 15).
2. قم بلحام المكثفين C2 , C1 في الأماكن المحددة لهما (ليس لهما قطبية) .
3. قم بلحام منظم الجهد (الدائرة المتكاملة) مع مراعاة أطراف التوصيل (الدخل input) – (الخرج output) الطرف الذى يتصل بالقطب السالب للدائرة .

1. قم بقياس الجهد كما فى التمارين السابقة .



شكل (6- 16) دائرة منظم جهد بالدائرة المتكاملة

5-6 <u>تنفيذ دوائر التحكم :</u>

التمرين العاشر

<u>اسم التمرين :</u>

تنفيذ دائرة التحكم في سرعة محرك تيار مستمر (أو المحرك العام) بواسطة الثايرستور.

<u>الغرض من التمرين :</u>

1- التدريب على دراسة طرق التحكم بواسطة الثايرستور.

2- التدريب على قياس الجهد الكهربي على الأحمال مع تغيير زاوية إشعال الثايرستور.

<u>الخامات المستخدمة والعدد والأدوات المطلوبة :</u>

م	اسم الصنف	الوحدة	الكمية	العدد والأدوات
1	مقاومة R1 10 KΩ 5W	عدد	1	نفس العدد والأدوات المستخدمة بالتمرين السابق محرك تيار مستمر أو محرك عام قدرة صغيرة
2	مقاومة متغيرة VR1 1 KΩ 2W	"	1	
3	سليكون دايود D1,D2 IN004	"	2	
4		"	1	
5	ثايرستوريختارحسب قدرة المحرك العام Th1	"	1	
6	مفتاح مفرد	متر	0.5	
7	أسلاك توصيل	جم	2	
8	قصدير لحام نوع جيد	علبة	1	
9	فلكس (مساعد لحام) علبة واحدة للجميع			

<u>طريقة تنفيذ التمرين :</u>

1. وضع تصور لوضع مكونات الدائرة على اللوحة المطبوعة الجاهزة أو تصميم لوحة مطبوعة كما تعلمنا سابقا .

1- توضع المكونات الإلكترونية فى الثقوب الخاصة بها على اللوحة المطبوعة.

2- ترتيب ووضع المكونات (المقاومات – الثنائيات المقاومة المتغيرة– الثايرستور) بشكل منظم وبمسافات مناسبة بين كل منها.

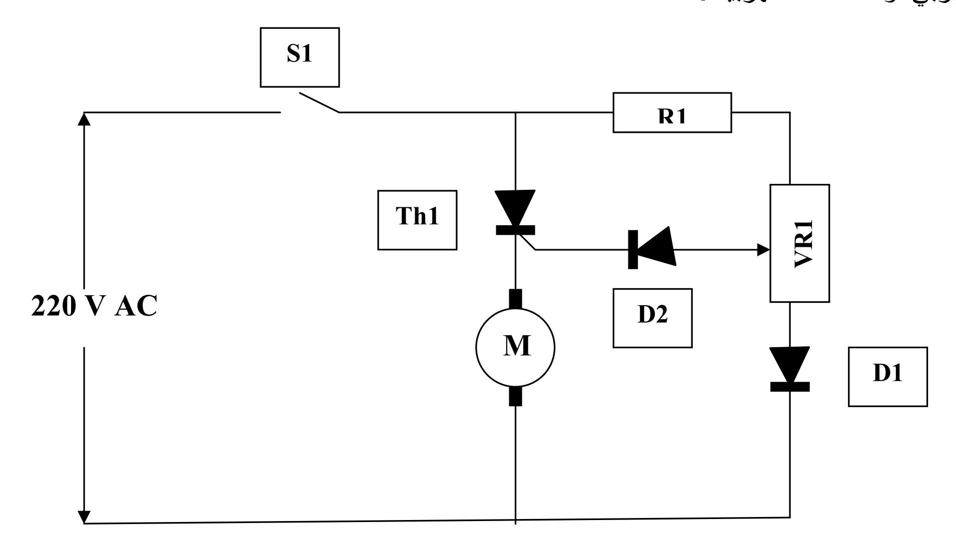
3- يتم لحام المكونات بطريقة جيدة والتأكد من عدم وجود قصر بقصدير اللحام وذلك بالفحص الجيد بالنظر .

4- تستكمل توصل اطراف المكونات ببعضها (كما بالدائرة الكهربية) عن طريق أسلاك رفيعة مناسبة .

5- تختبر الدائرة بجهاز الآفوميتر للأطمئنان على عدم وجود قصر أو تلامس بين أطراف المكونات غير المتصلة كهربياً .

6- تجربة الدائرة في وجود السيد مدرس الفرقة .

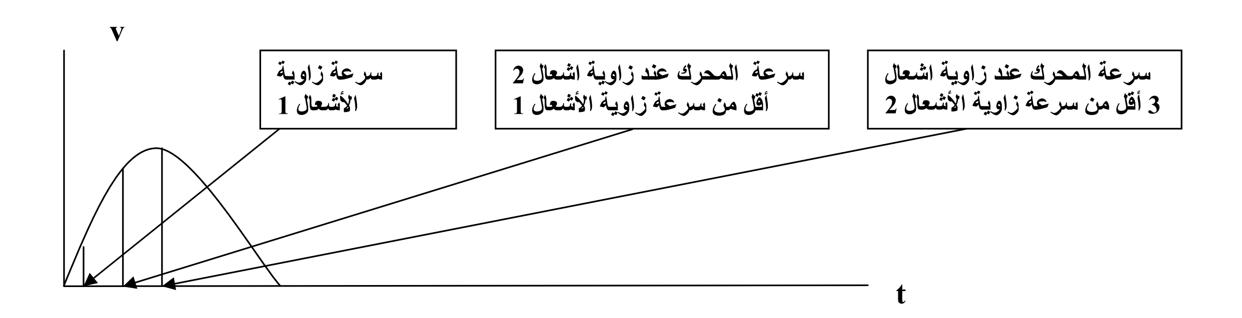
7- كن حريصا في التعامل مع هذه التمارين حيث أنها تعمل على جهد 220 فولت ، لتلافى حدوث القصر الكهربي أو الصدمة الكهربية .



شكل (6- 17) دائرة تحكم في سرعة محرك تيار مستمر بواسطة الثايرستور

نظرية التشغيل :

تعرف هذه الدائرة بدائرة تحكم نصف موجة وجه واحد للتحكم في سرعة المحركات العامة .ويتم التحكم في سرعة المحرك العام بواسطة تحريك ذراع المقاومة المتغيرة (مجزئ الجهد) VR1 وذلك للتحكم في وقت إشعال الثايرستور بالنسبة لموجة التيار المتغير , وسرعة المحرك في هذه الدائرة لاتصل إلى السرعة المقننة لأنها دائرة نصف موجة .



شكل (6- 18) يبين علاقة السرعة بزاوية إشعال الثايرستور عن طريق مجزئ الجهد VR1

2-5-6 دائرة مغير شدة الإضاءة بواسطة الترياك :-

التمرين الحادى عشر

اسم التمرين :

خافت للإضاءة (Light dimmer)

الغرض من التمرين :

1- التدريب على دراسة طرق التحكم بواسطة الترياك .

2- التدريب على قياس الجهد الكهربى على الأحمال مع تغيير زاوية إشعال الترياك.

3- استخدام الدياك لإشعال الترياك .

الخامات المستخدمة والعدد والأدوات المطلوبة :

م	اسم الصنف	العدد	العدد والأدوات
1	ترياك 400V T1 6A	1	نفس العدد والأدوات المستخدمة بالتمرين السابق محرك تيار مستمر أو محرك عام قدرة صغيرة
2	دياك D1	1	
2	مقاومة R1 10KΩ ½W	1	
3	مقاومة R2 1.5MΩ ½W	1	
4	مقاومة متغيرة VR1 300 KΩ	1	
5	مكثف C1 0.1 µf 400V	1	
6	مكثف C2 0.1 µf 50V	1	
7	قطعة دائرة مطبوعة مثقبة 50 * 60 مم	1	
8	قطعةالمونيوم40 *20 * 1.5 مم بالمسمار والصامولة	2 جم	
9	قصدير لحام + فلكس	1	
10	-مصباح كهربى 100 وات		

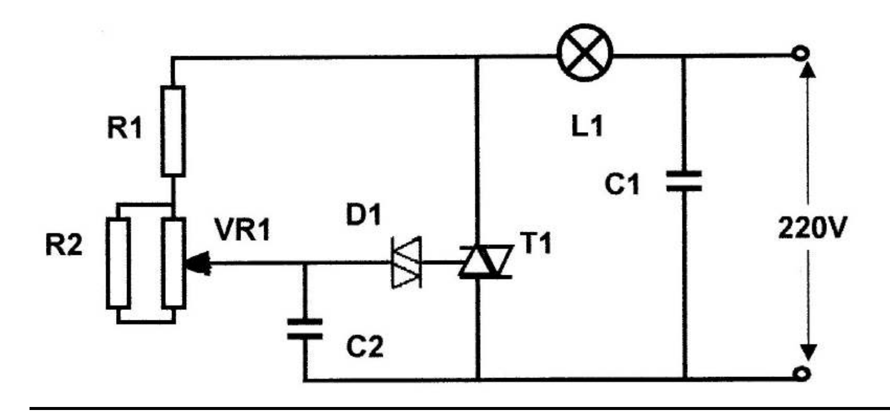
طريقة تنفيذ التمرين :

لوحة التوصيل المطبوعة (البرنتد) : هي إحدى اللوحتين المذكورتين في التمرين السابق

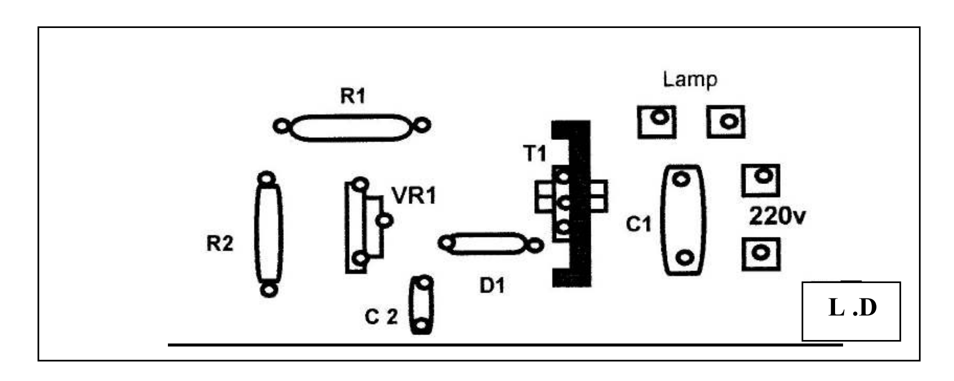
.

طريقة تنفيذ التمرين :

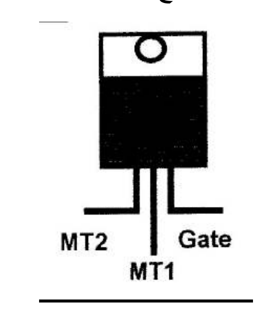
طريقة التنفيذ لا تختلف عن الطريقة بالتمرين السابق إلا من حيث اختلاف الدائرة ومكوناتها وكذلك مراعاة الشروط الموضحة أثناء تنفيذ هذه النوعية من التمارين وأيضا قواعد الأمن والسلامة .



شكل (6- 19) يبين دائرة خافت للإضاءة .



شكل (6- 20) يبين ترتيب وضع مكونات الدائرة علي اللوحةالمطبوعة .



شكل (6- 21) يبين أطراف الترياك

2-5-6 دائرة تعمل بواسطة المقاومة الضوئية LDR :-

التمرين الثاني عشر

اسم التمرين :

تنفيذ دائرة تحكم تعمل بواسطة المقاومة الضوئية

الغرض من التمرين :

1- التدريب على تنفيذ دوائر التحكم بواسطة المقاومة الضوئية .

2- التدريب على استخدام الريلاى ضمن دوائر التحكم لتشغيل أحمال ذات ضغوط أعلى من ضغط تغذية الدائرة أو يختلف عنه .

الخامات المستخدمة والعدد والأدوات المطلوبة :

م	اسم الصنف	العدد	العدد والأدوات
1	مقاومة R1 33 Ω 1W	8	نفس العدد والأدوات المستخدمة بالتمرين السابق
2	مقاومة متغيرة VR1 1K Ω	9	
3	مقاومة ضوئية LDR ORP 12	10	
4	دايود D1-D2 1N4004	11	
5	مكثف C1 2200 UF/35 v	12	
6	محول 220 /0- 12V	13	
7	ريلاى 12 VDC /220VAC3A	14	
7	ترانزستور TR1 D400		

طريقة تنفيذ التمرين :

لوحة التوصيل المطبوعة (البرنتد) :

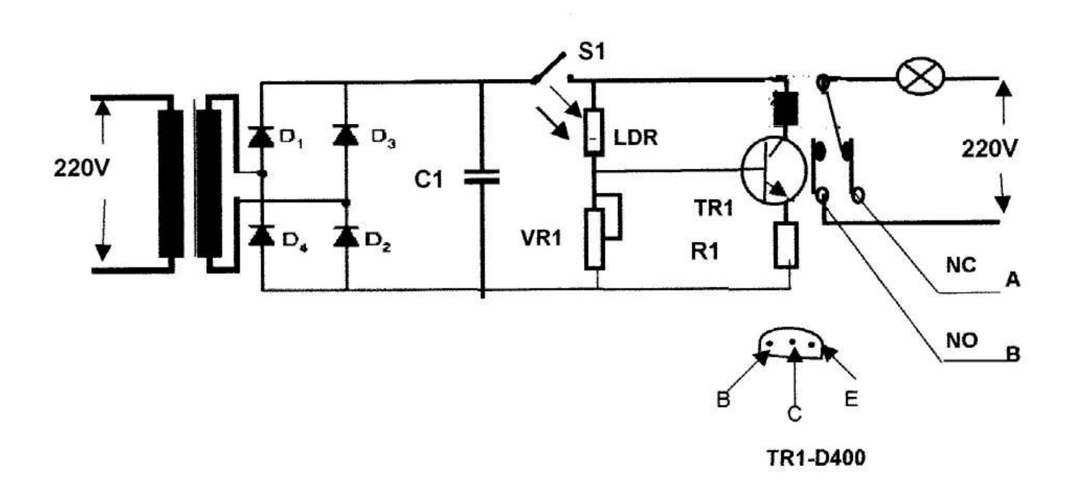
هى إحدى اللوحتين المذكورتين في التمرين السابق ويتم ترتيب وضع المكونات علي اللوحة المطبوعة شكل (6– 22) .

طريقة تنفيذ التمرين :

طريقة التنفيذ لاتختلف عن الطريقة بالتمرين السابق إلا من حيث اختلاف الدائرة ومكوناتها لذلك يتم التعرف علي أطراف الترانزستور كما هو موضح شكل (6 – 22) وكذلك مراعاة الشروط الموضحة أثناء تنفيذ هذه النوعية من التمارين وأيضا قواعد الأمن والسلامة .

طريقة عمل الدائرة :

1. توصيل التيار الكهربي بغلق المفتاح S1 ,, عندما يسقط الضوء علي المقاومة الضوئية LDR تنخفض مقاومتها مما يؤدى إلي زيادة الجهد علي قاعدة الترانزستورويتحول إلي حالة الغلق مما يؤدى إلي تكملة دائرة ملف المرحل (الريلاى) ويمر تيار وتنجذب الحافظة إلي جهة الملف فيتحول الملامس المفتوح NO إلي وضع الغلق ويصل تيار المنبع إلي المصباح فيضئ ويحدث العكس عندما يحجب الضوء عن المقاومة الضوئية شكل (6- 22) يبين دائرة تحكم تعمل بواسطة المقاومة الضوئية.



شكل (6- 22) يبين دائرة تحكم تعمل بواسطة المقاومة الضوئية.

6-5-2 دائرة تعمل بواسطة الترانزستور الضوئى :-

التمرين الثاني عشر

اسم التمرين :

تنفيذ دائرة تعمل بواسطة الترانزستور الضوئى .

الغرض من التمرين :

التدريب على تنفيذ دوائر التحكم بواسطة الترانزستور الضوئي .

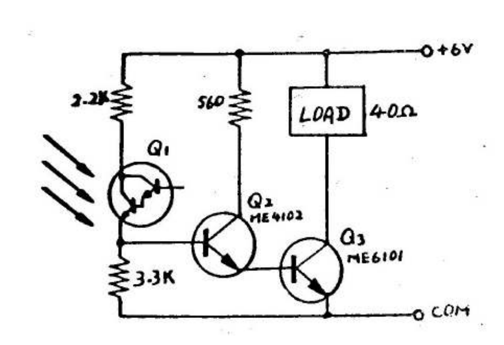
طريقة تنفيذ التمرين :

نفس الطريقة بالتمرين السابق إلا من حيث اختلاف الدائرة ومكوناتها .

م	اسم الصنف	العدد	العدد والأدوات
1	ترانزستور ضوئي FBT 100 A Q1	1	نفس العدد والأدوات المستخدمة بالتمرين السابق
2	ترانزستور BC 238 Q2	1	
3	ترانزستور BC 237 Q3	1	
4	مقاومة 0.5W 560 Ω R1	1	
5	مقاومة 2 .2 K Ω0.25W R1	1	
6	مقاومة 3 .3 K Ω 0.25W R1	1	
7	ريلاى 6V مقاومة الملف لاتقل عن 40 Ω	1	

الشكل (6 – 23) يبين الدائرة ومكوناتها وطريقة التوصيل .

<u>طريقة التنفيذ لا تختلف عن الطريقة بالتمرين السابق إلا من حيث اختلاف الدائرة ومكوناتها وكذلك مراعاة الشروط الموضحة أثناء تنفيذ هذه النوعية من التمارين وأيضا قواعد الأمن والسلامة .</u>



الشكل (6 – 23) يبين الدائرة ومكوناتها وطريقة التوصيل .

الفهرس

الباب الرابع :

الباب الخامس :

الباب السادس :

المنهج المعملي

المنهج العملي

الباب الأول :

الباب الثاني

الباب الثالث

الباب الرابع:

الباب الخامس :

الباب السادس :

المراجع العلمية العربية

1 – أساسيات الفزياء – تأليف : ف . بوش (أستاذ الفزياء بجامعة دايتون)
ترجمة : د . سعيد الجزيري , د . محمد أمين سليمان –
مراجعة : أ .د مجدى عبد المقصود النادى دار ماكجروهيل للنشر - 1990.

2 – أسس الإلكترونيات – أ جريبتسوف

3 – أساسيات الفزياء – إعداد :أ .د .محمود إبراهيم فهمي , أ . د .أحمد محمد فتحي, د فتحي علي عسكر , د .حبيب أبوالعينين رجب , د. مصطفي درويش عمار جامعة الأسكندرية – مركز الشهابي للطباعة والنشر1986

4 – الإضاءة داخل المباني (د / يحي حموده)

5 – أعداد من مجلتي الكهرباء العربية و الإلكترونيات والكمبيوتر

6– كتب الوزارة في هذا المجال

7 – أجهزة القياس (م / أحمد مختار)

المراجع العلمية الأجنبية

References

1-Transistor Electronics
Howard H.Gerrishus.A1996

2-Electronics for the service Engineer
(Part1 and part 2)Ian R.Sinclair 1980

3-Electricity and basic Electronics
Atophen R.Matr 1977